

Treball final de grau:

**DISSENY I OPTIMITZACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ D'UN
REG PER ASPERSIÓ D'UN CAMP DE FUTBOL SITUAT
AL MUNICIPI DE PUIGVERD DE LLEIDA.**

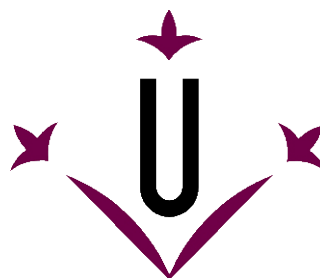
Autor:

Sergi Simón Puigpinós

Director:

Josep Illa Alibes

ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR - UNIVERSITAT DE LLEIDA



ÍNDEX GENERAL

1.MEMÒRIA DESCRIPTIVA	3
1.1 Objecte del projecte	5
1.2 Situació i emplaçament	6
1.3 Antecedents i justificació del projecte	7
1.4 Alternatives proposades	8
1.5 Alternativa adoptada – Proposta B	10
1.6 Viabilitat de la instal·lació d'un variador de freqüència	11
1.7 Resum del pressupost final	12
2. ANNEXES A LA MEMÒRIA	13
2.1 Annex 1. Pluja que necessita la gespa (Evapotranspiració)	15
2.2 Annex 2. Dosi màxima de reg	19
2.3 Annex 3. Cabal màxim del reg	20
2.4 Annex 4. Característiques de les dues propostes	21
2.5 Annex 5. Característiques dels aspersors	24
2.6 Annex 6. Temps de reg	27
2.7 Annex 7. Càlcul dels diàmetres dels tubs	30
2.8 Annex 8. Dimensionament de les bombes	31
2.9 Annex 9. Punt de funcionament per la proposta B	42
2.10 Annex 10. Costos elèctrics per la proposta B	51
2.11 Annex 11. Característiques dels aspersors (documentació gràfica)	54
2.12 Annex 12. Llistat en MATLAB de les rutines utilitzades	55

3. PLÀNOLS	71
3.1. Situació i emplaçament.	73
3.2. Ubicació de les diferents instal·lacions del complex esportiu.	73
3.3. Instal·lació de reg per aspersió: estat actual.	73
3.4. Proposta A: Instal·lació hidràulica completa.	73
3.5. Proposta A: Distribució dels aspersors.	73
3.6. Proposta A: Superfície de reg dels aspersors.	73
3.7. Proposta B: Instal·lació hidràulica completa.	73
3.8. Proposta B: Distribució dels aspersors.	73
3.9. Proposta B: Superfície de reg dels aspersors.	73
 4. PLEC DE CONDICIONS	 75
4.1 Definició i abast	77
4.2 Obligacions i drets del contractista	78
4.3 Facultats de la direcció tècnica	81
4.4 Condicions econòmiques de la direcció facultativa	83
4.5 Acta de comprovació del replanteig	87
4.6 Recepció d'obra i terminis	87
 5. PRESSUPOST	 89
5.1 Pressupost bàsic proposta A	91
5.2 Pressupost bàsic proposta B	92
5.3 Pressupost final proposta B	93

1.MEMÒRIA DESCRIPTIVA

1.1 Objecte del projecte

Es redacta aquest document amb la finalitat de descriure les parts que intervenen en el disseny i optimització d'una instal·lació de reg per aspersió d'un camp de futbol de 6.000 [m²], situat al carrer Carretera nº8 del municipi de Puigverd de Lleida. (Veure plànol 1)

Es descriu el procediment de càlcul realitzat per trobar una solució optimitzada de la instal·lació d'aspersió del camp de futbol per mantenir la gespa en les millors condicions, amb el cost mínim possible.

Aquest cost mínim contempla:

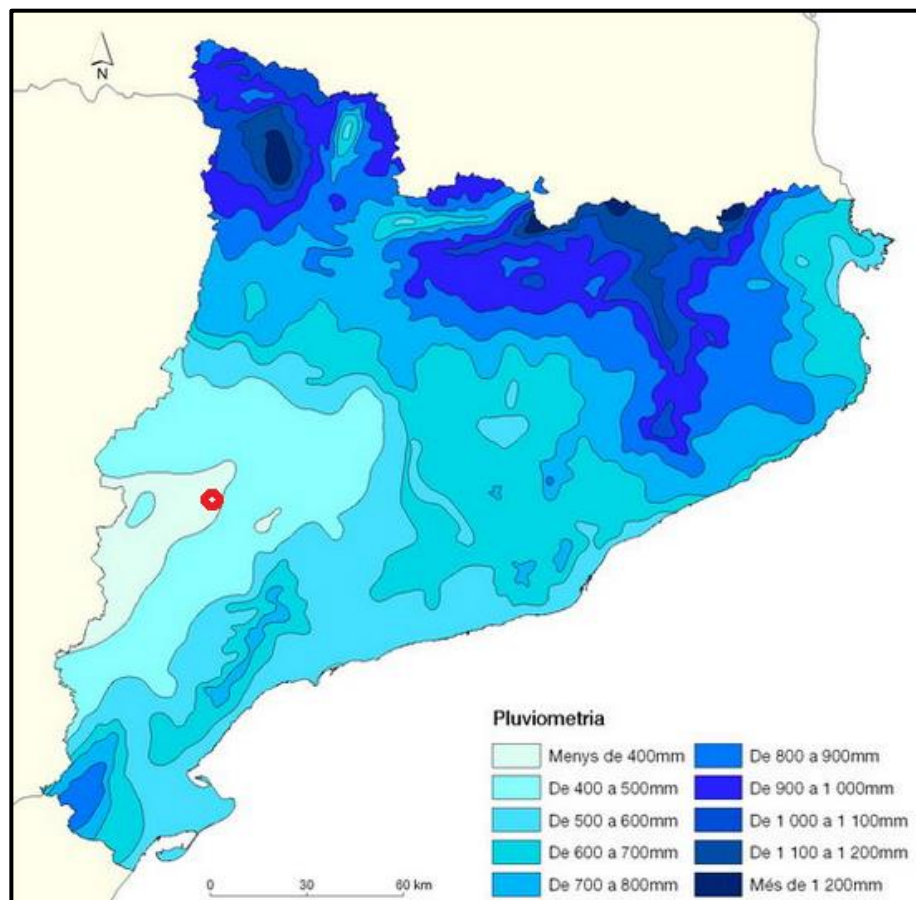
- Cost de la nova instal·lació.
- Cost del consum elèctric del reg per aspersió.
- Cost de manteniment de la nova instal·lació.
- Cost del manteniment de la gespa.

1.2 **Situació i emplaçament**

L'activitat ocupa el recinte esportiu, situat al carrer Carretera nº8 del municipi de Puigverd de Lleida. (Veure plànol 1).

El municipi de Puigverd de Lleida es troba a una altitud de 219 metres sobre el nivell del mar, on la pluviometria és de 400 [mm/any].

Figura 1: Pluviometria mitjana anual de Catalunya



Font extreta de l'institut cartogràfic de Catalunya ICC.
Font: Web del departament de medi ambient i habitatge,
Generalitat de Catalunya.

1.3 Antecedents i justificació del projecte

El camp de futbol considerat, actualment hi ha un reg per aspersió amb aspersors de poc radi d'acció, on tots estan situats dins el terreny de joc, amb una única bomba per subministrar l'aigua necessària. (Veure plànol 3).

Problemes de l'actual instal·lació:

- La velocitat del reg a la sortida dels aspersors és baixa.
- L'aigua no arriba a totes les zones del camp de futbol.
- Inundacions en algunes zones del camp de futbol.
- Cost elevat en el manteniment de la gespa, degut a la falta d'aigua.

Es dissenya un reg per aspersió per solucionar els problemes actuals i disminuir els costos anuals en manteniment i costos elèctrics anuals.

1.4 Alternatives proposades

Es proposen dues alternatives, A i B. La proposta A funcionarà amb uns aspersors de turbina amb un radi d'acció de 18 [m], molt semblant a la instal·lació actual mentre que la proposta B funcionarà amb uns aspersors de tipus canó de retorn lent, on el seu radi d'acció és de 40 [m].

En cada alternativa s'hi preveuen dues bombes. En mode de funcionament normal les dues treballaran simultàniament subministrant l'aigua necessària. La primera bomba es dimensionarà per que pugui cobrir el 100% i la segona el 75% de l'aigua necessària.

Diferència entre les dues instal·lacions.

Proposta A té uns aspersors de menor capacitat i una quantitat d'aquests (11 aspersors), molt més superior als aspersors de la proposta B (5 aspersors). (Veure detalls en l'annex 4 i 5).

Tots els aspersors de la proposta A estan situats dins el terreny de joc i els de la proposta B estan tots fora. (Veure plànols 5 i 8).

En la proposta A els temps de reg de la instal·lació són superiors als de la proposta B. En la proposta A els temps diaris oscil·len entre uns 3 [min] en el mes de Gener a uns 167 [min] en el mes de Juliol. En la B, oscil·len entre uns 2 [min] mes de Gener i 79 [min] mes de Juliol. (Veure detalls en l'annex 6).

El diàmetre de les canonades, és superiors en la proposta B. El diàmetre de la proposta A és de 75 [mm] i el de la proposta B és de 120 [mm] (Veure detalls en l'annex 7).

La longitud total de canonades en la proposta A és de 567 [m], mentre que en la proposta B és de 370 [m]. (Veure plànol 5 i 8).

Les bombes de la proposta B poden subministrar més cabal, Bomba 1 – 250 [m³/h] / Bomba 2 – 200 [m³/h], que les bombes de la proposta A, Bomba 1 – 120 [m³/h] / Bomba 2 – 75 [m³/h], en canvi, tenen un consum elèctric més elevat. (Veure detalls annex 8)

Els pressupost bàsic (apartat 5 – Pressupost) contempla només els costos dels materials hidràulics. El pressupost bàsic de la proposta B és 68,17 [€] més cara que la proposta A.

Per aquestes raons descrites i de tots els càlculs realitzats (veure annexes), la instal·lació de reg elegida és la proposta B.

1.5 Alternativa adoptada – Proposta B

Serà capaç de subministrar una pluja d'aigua de 4.536 [mm/any].

Aquesta instal·lació tindrà 5 aspersors de Canó RAIN BIRD SR3000, on tindran un cabal constant de 48 [m³/h], i una pressió de treball 5,14 [bar]. (Veure detalls annex 4). (Veure distribució plànol 7 i 8).

Aquesta instal·lació tindrà dos modes de funcionament. El primer mode de funcionament serà aquell en que els 5 aspersors estaran oberts, i el segon mode de funcionament serà quan el aspersors [A1] i [A3] estaran tancats.

Els aspersors s'obriran i es tancaran amb unes electrovàlvules.

Els cabals de la instal·lació segons el mode de funcionament seran:

Mode de funcionament 1: els cabals oscil·laran entre 119,70 [m³/h] i 23,94 [m³/h], segons la canonada. Cada bomba subministrarà un cabal de 119,70 [m³/h].

Mode de funcionament 2: els cabals oscil·laran entre 71,82 [m³/h] i 23,94 [m³/h], segons la canonada. Cada bomba subministrarà un cabal de 71,82 [m³/h].

Els temps de reg de la instal·lació oscil·larà entre 1,54 [min/dia] (mes de Gener) i 78,84 [min/dia] (mes de Juliol).

Els costos elèctrics anuals seran de 331,60 [€/anuals].

1.6 Viabilitat de la instal·lació d'un variador de freqüència

Un variador de freqüència és un element que es col·loca a la bomba i permet regular les revolucions de treball d'aquesta.

A mesura que es modifiquen les revolucions, la corba característica de la bomba varia, si es redueix les revolucions, el cabal que subministrarà també serà inferior.

Col·locant un variador de freqüència es pretén disminuir els costos elèctrics i energètics, optimitzant així la instal·lació.

Una vegada realitzats els càlculs, s'ha comprovat que els cabals de la instal·lació no varien, per tant, els costos són els mateixos. (Veure detalls corbes característiques bombes annex 8).

No és viable la col·locació d'un variador de freqüència en les bombes de la instal·lació proposada B.

1.7 Resum del pressupost final

El resum del pressupost de la proposta B és:

COST TOTAL DE LA INSTAL·LACIÓ	5.222,50 [€]
COST ANUAL MANTENIMENT INSTAL·LACIÓ	2.931,60 [€/any]

(Veure detalls apartat 5 – Pressupost).

2. ANNEXES A LA MEMÒRIA

2.1 Annex 1. Pluja que necessita la gespa (Evapotranspiració)

Aquest valor indicarà quina quantitat d'aigua s'ha de regar en un dia. Es calcula mitjançant els càlculs d'evapotranspiració.

La evapotranspiració és el càlcul de pèrdua d'aigua de dos processos, l'evaporació i la transpiració. Per separats és un càlcul complex, per això es calculen conjuntament, mitjançant el mètode de THORNTHWAITE

La evaporació és el fenomen físic en el que l'aigua passa d'estat líquid a estat gasos.

La transpiració és el fenomen biològic en el que les plantes, en aquest cas, la gespa, perden aigua en l'atmosfera. Agafen mitjançant les arrels, la quantitat d'aigua que hi ha al sòl, on una part de l'aigua és pel seu creixement i l'altra porció la transpiren a l'atmosfera.

MÈTODE DE THORNTHWAITE

- Càlcul del índex de calor mensual [i], a partir de la temperatura mensual del municipi.

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1,514} \quad (1)$$

- Càlcul de l'índex de calor anual [I].

$$I = \sum_{a=1}^{12} i(a) \quad (2)$$

- Càlcul de l'índex d'Evapotranspiració mensual ETP (sense corregir).

Es refereix als mil·límetres de capa d'aigua per cada mes, [mm/mes], en que l'aigua s'evaporarà o es transpirarà, en uns 30 dies i unes 12 hores mensuals teòriques.

$$ETP_{SC} = 16 \cdot \left(\frac{10 \cdot t}{I} \right)^K \quad (3)$$

Factor de càlcul [K].

$$K = 675 \cdot 10^{-9} \cdot [I]^3 - 771 \cdot 10^{-7} \cdot [I]^2 + 1792 \cdot 10^{-5} \cdot [I] + 0,49239 \quad (4)$$

- Càlcul de l'índex d'Evapotranspiració mensual ETP (corregit).

Índex d'evapotranspiració anterior, aplicant els factors de correcció.

$$ETP_C = ETP_{SC} \cdot \frac{N}{12} \cdot \frac{D}{30} \quad (5)$$

On:

i: Índex de calor mensual.

t: Temperatura mitja mensual, en [°C].

I: Índex de calor anual.

a: Variable que recórrer cada un dels mesos de l'any.

ETP_{SC}: Índex d'evapotranspiració sense corregir, en [mm/mes].

ETP_C: Índex d'evapotranspiració corregit, en [mm/mes].

N: Numero de hores mensuals segons el mes de l'any.

D: Numero de dies segons el mes de l'any.

Es realitzen els càlculs on:

- $I = 69,10$
- $K = 1,59$

La resta de càlculs es poden veure en la taula 1.

Taula 1: Índex d'evapotranspiració mitjançant el mètode de THORNTHWAITE .

MESOS	TEMP.** [°C]*	HORES DE SOL MENSUALS*	i	ETP _{SC} [mm/mes]	ETP _C [mm/mes]	ETP _C [mm/dia]
Gener	6,9	183	1,63	1,62	25,50	0,82
Febrer	7,3	192	1,77	1,85	27,66	0,99
Març	11,2	225	3,39	5,17	100,26	3,23
Abril	13,4	242	4,45	7,96	160,50	5,35
Maig	15,0	302	5,28	10,43	271,32	8,75
Juny	20,8	338	8,66	22,86	644,02	21,74
Juliol	26,3	377	12,35	40,15	1.303,54	42,05
Agost	24,5	334	11,09	33,87	974,16	31,42
Setembre	21,2	295	8,91	23,93	588,38	16,61
Octubre	18,1	247	7,01	16,38	348,33	11,24
Novembre	10,2	193	2,94	4,13	66,49	2,22
Desembre	6,9	185	1,63	1,62	25,78	0,83

* Dades del 2013 extretes de l'INE, Institut Nacional d'Estadística.

** Temperatura mitjana mensual del municipi.

2.2 Annex 2. Dosi màxima de reg

La capacitat màxima de retenció del sòl del camp de futbol és de 45 [mm]. Així el volum màxim d'aigua que es pot aportar en un sol reg, iniciat quan el sòl té la humitat més baixa és:

$$CR = 6.000 \text{ [m}^2\text{]} \cdot 0,045 \text{ [m]} = 270 \text{ [m}^3\text{]} = 270.000 \text{ [L]}$$

Si es compara la quantitat d'aigua necessària [mm/dia] (annex 1) amb el volum d'aigua (CR), s'extreu que engegant una vegada al dia el reg es proporciona la quantitat d'aigua necessària en tots els mesos de l'any.

2.3 Annex 3. Cabal màxim del reg

Es determina la quantitat d'aigua en $[m^3/s]$, que es pot llançar pels aspersors, on el conjunt gespa - sòl pot suportar sense que aquesta aigua es vessi fora del terreny de joc i es malgasti.

$$Q_{MAX_REG} = 0,020 [m^3/s] = 72 [m^3/h]$$

S'ha extret de manera experimental, comprovant altres instal·lacions de regs de camps de futbol amb mateixes o similars condicions. S'aplica un coeficient de seguretat (C_s).

$$Q_{MAX_REG} = \frac{0,020 [m^3/s]}{C_s} = \frac{72 [m^3/h]}{1,5} = 48 [m^3/h]$$

Es dissenya una instal·lació amb uns aspersors que siguin capaços de regar amb cabals iguals o inferiors a $48 [m^3/h]$.

2.4 **Annex 4. Característiques de les dues propostes**

Proposta A – Aspersor de turbina – SERIE 8005 RAIN BIRD

Longitud canonades (L_1) = 566,2 [m] Numero aspersors (n_1) = 11 [Unitats]

Tots els aspersors cobreixen la mateixa superfície, el cabal també serà el mateix. (Veure distribució plànols 4 i 5).

Taula 2: Cabals necessaris en els aspersors amb la proposta A, en [m³/dia].

MESOS	$Q_{NECESSARI}$ [L/dia]	$Q_{ASPERSOR}$ [L/dia]	$Q_{ASPERSOR}$ [m ³ /dia]	Q_{TOTAL} [m ³ /dia]
Gener	4.920	447,27	0,45	4,92
Febrer	5.940	540,00	0,54	5,94
Març	19.380	1.761,82	1,76	19,38
Abril	321.000	2.918,18	2,92	32,10
Maig	52.500	4.772,73	4,77	52,50
Juny	130.440	11.858,18	11,86	130,44
Juliol	252.300	22.936,36	22,94	252,30
Agost	188.520	17.138,18	17,14	188,52
Setembre	99.660	90.60,00	9,06	99,66
Octubre	67.440	6.130,91	6,13	67,44
Novembre	13.320	1.210,91	1,21	13,32
Desembre	4.980	452,73	0,45	4,98

Proposta B – Canó de Retorn Lent – RAIN BIRD SR3000.

Longitud canonades (L_2) = 370 [m]

Numero aspersors (n_2) = 5 [Unitats]

(Veure distribució plànols 7 i 8).

Els aspersors [A_1] i [A_3] cobreixen el 25% de la superfície del camp. El cabal d'aquest aspersors serà inferiors al dels altres que cobreixen el 75%.

Taula 3: Cabals necessaris en els aspersors amb la proposta B, en [m³/dia].

MESOS	$Q_{NECESSARI}$ [L/dia]	$Q_{A1 - A3}$ [m ³ /dia]	$Q_{A2 - A4 - A5}$ [m ³ /dia]	Q_{TOTAL} [m ³ /dia]
Gener	4.920	0,62	1,23	4,92
Febrer	5.940	0,74	1,49	5,94
Març	19.380	2,42	4,85	19,38
Abril	321.000	4,01	8,03	32,10
Maig	52.500	6,56	13,13	52,50
Juny	130.440	16,31	32,61	130,44
Juliol	252.300	31,54	63,08	252,30
Agost	188.520	23,57	47,13	188,52
Setembre	99.660	12,46	24,92	99,66
Octubre	67.440	8,43	16,86	67,44
Novembre	13.320	1,67	3,33	13,32
Desembre	4.980	0,62	1,25	4,98

S'haurà de dimensionar una instal·lació capaç de subministrar un cabal màxim i un cabal mínim de:

$$Q_{\text{MAX_NECESSARI}} = 252,30 \text{ [m}^3\text{/dia]} \quad (\text{Mes de Juliol})$$

$$Q_{\text{MIN_NECESSARI}} = 4,92 \text{ [m}^3\text{/dia]} \quad (\text{Mes de Gener})$$

2.5 **Annex 5. Característiques dels aspersors**

Els dos tipus d'aspersors que s'han considerat són:

- Proposta A – Aspersor de turbina - SERIE 8005 RAIN BIRD.
- Proposta B – Canó de Retorn Lent – RAIN BIRD SR3000.

Proposta A – Aspersor de turbina – SERIE 8005 RAIN BIRD

Pressions: $P_{MAX} = 7,0$ [bar] $P_{MIN} = 3,5$ [bar]

Cabals aspersor: $Q_{MAX} = 8,24$ [m³/h] $Q_{MIN} = 5,57$ [m³/h]

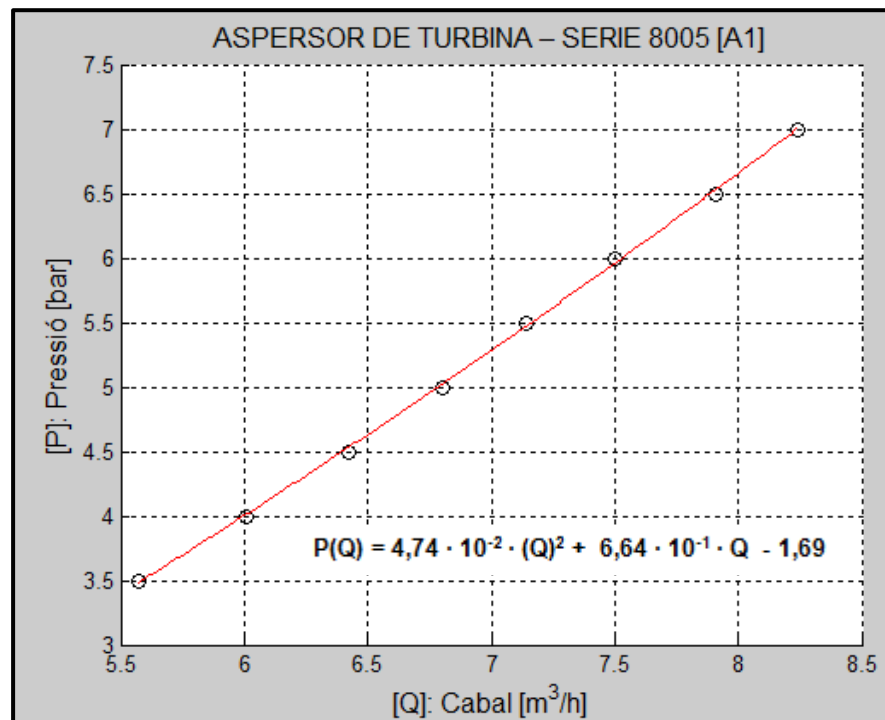
Radi que cobreix l'aspersor: $R_1 = 18$ [m]

El cabal màxim de l'aspersor no supera el cabal màxim del reg. Es regarà amb el màxim cabal del aspersor 8,24 [m³/h].

Taula 4: Punts de la corba característica del Aspersor 1 segons el fabricant.

Q: CABAL [m ³ /h]	5,57	6,01	6,42	6,80	7,14	7,50	7,91	8,24
P: PRESSIÓ [bar]	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00

Figura 2: Corba característica de l'aspersor 1, segons el fabricant (punts o) i la corba ajustada (línia) amb un polinomi de segon grau (Equació 6). L'error màxim és del 0,67%.



Proposta B – Canó de Retorn Lent – RAIN BIRD SR3000.

Pressions: $P_{MAX} = 6,0$ [bar] $P_{MIN} = 3,0$ [bar]

Cabals aspersor: $Q_{MAX} = 53,0$ [m³/h] $Q_{MIN} = 40,0$ [m³/h]

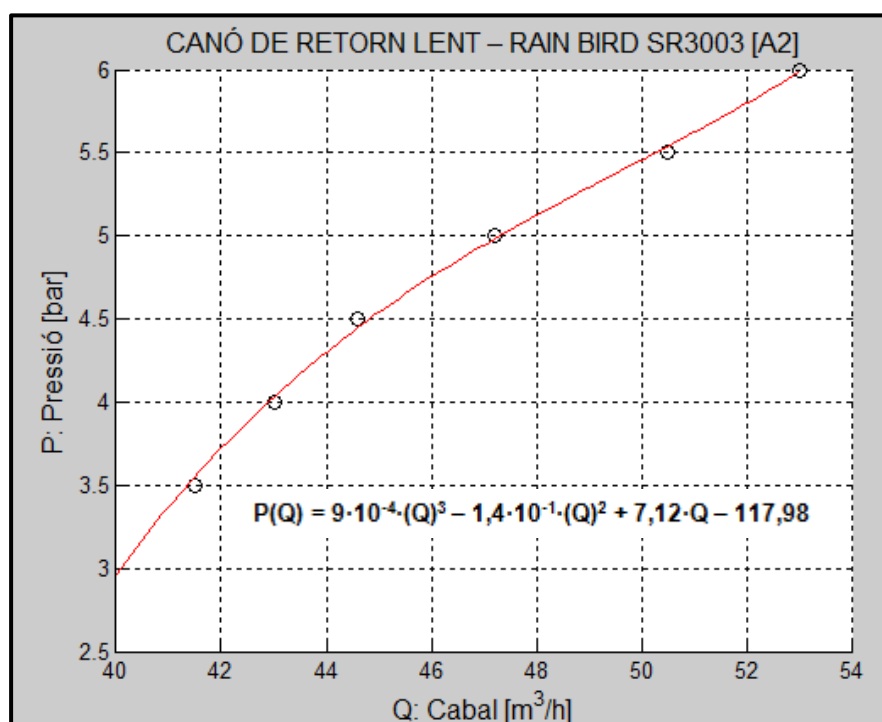
Radi que cobreix l'aspersor: $R_1 = 40$ [m]

El cabal màxim de l'aspersor supera el cabal màxim de reg. Es regarà amb el cabal màxim possible 48 [m³/h].

Taula 5: Punts de la corba característica del Aspersor 2 segons el fabricant.

Q: CABAL [m ³ /h]	40,0	41,5	43,0	44,6	47,2	50,5	53,0
P: PRESSIÓ [bar]	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0

Figura 3: Corba característica de l'aspersor 2, segons el fabricant (punts o) i la corba ajustada (línia) amb un polinomi de tercer grau (Equació 7). L'error màxim és del 1%.



2.6 **Annex 6. Temps de reg**

Proposta A – Aspensor de turbina – SERIE 8005 RAIN BIRD

Es regarà amb un cabal de 8,24 [m³/h]. El cabal de tots els aspensors és el mateix, el temps de reg també. Els aspensors s'engegaran de manera simultània, per tant, el temps de reg diari de la instal·lació serà igual al temps de reg d'un aspensor.

Taula 6: Temps de reg diari de cada aspensors per la proposta A.

MESOS (DIES)	Q _{ASPENSOR} [m ³ /dia]	TEMPS DE REG [min/dia]
Gener (31)	0,45	3,26
Febrer (28)	0,54	3,93
Març (31)	1,76	12,83
Abril (30)	2,92	21,25
Maig (31)	4,77	34,75
Juny (30)	11,86	86,35
Juliol (31)	22,94	167,01
Agost (31)	17,14	124,79
Setembre (30)	9,06	65,79
Octubre (31)	6,13	44,64
Novembre (30)	1,21	8,82
Desembre (31)	0,45	3,30

Temps de reg anual:

$$\begin{aligned} \text{Temps de Reg anual} &= \sum_{i=1}^{12} \text{Temps de Reg diari } (i) \cdot \text{dies del mes } (i) = \\ &= 17.689,65 \left[\frac{\text{min}}{\text{anuals}} \right] = 294,83 \left[\frac{\text{h}}{\text{anuals}} \right] = 12,28 [\text{dies/anuals}] \end{aligned}$$

Proposta B – Canó de Retorn Lent – RAIN BIRD SR3000.

Es regarà amb un cabal de 48 [m³/h]. Els cabals són diferents depenen del aspersors, el temps de reg també dependrà de l'aspersor.

Els aspersors s'engegaran de manera simultània. El temps de reg de la instal·lació, serà igual al temps màxim de reg d'un aspersors, és a dir, al temps de reg dels aspersors [A₂] [A₄] i [A₅], perquè són els que han d'aportar més aigua.

Taula 7: Temps de reg diari dels aspersors de la proposta B.

MESOS (DIES)	Q_{A1-A3} [m ³ /dia]	TEMPS DE REG [A ₁] [A ₃] [min/dia]			$Q_{A2-A4-A5}$ [m ³ /dia]	TEMPS DE REG [A ₂] [A ₄] [A ₅] [min/dia]			
Gener (31)	0,62			0,77	1,23				1,54
Febrer (28)	0,74			0,93	1,49				1,86
Març (31)	2,42			3,03	4,85				6,06
Abril (30)	4,01			5,02	8,03				10,03
Maig (31)	6,56			8,20	13,13				16,41
Juny (30)	16,31			20,38	32,61				40,76
Juliol (31)	31,54			39,42	63,08				78,84
Agost (31)	23,57			29,46	47,13				58,91
Setembre (30)	12,46			15,57	24,92				31,14
Octubre (31)	8,43			10,54	16,86				21,08
Novembre (30)	1,67			2,08	3,33				4,16
Desembre (31)	0,62			0,78	1,25				1,56

El temps de reg anual:

$$\begin{aligned}
 \text{Temps de Reg anual} &= \sum_{i=1}^{12} \text{Temps de Reg mensual } (i) \cdot \text{dies del mes } (i) = \\
 &= 8.350,99 \left[\frac{\text{min}}{\text{anuals}} \right] = 139,18 \left[\frac{h}{\text{anuals}} \right] = 5,80 [\text{dies/anuals}]
 \end{aligned}$$

2.7 **Annex 7. Càlcul dels diàmetres dels tubs**

Es calcula un únic diàmetre mínim per tota la instal·lació, el tub més restrictiu en les dues propostes serà el que passa per la bomba 1, el qual ha de subministrar el 100% del cabal necessari.

La velocitat de l'aigua segons catàleg ha de ser:

$$V_{AIGUA} = 6 \text{ [m/s]}$$

Es calcula amb l'equació 8:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{MAX}}{\pi \cdot V_{AIGUA}}} \quad (8)$$

On:

D: Diàmetre mínim, en [m].

V_{AIGUA}: Velocitat de l'aigua, en [m/s].

Q_{MAX_TOTAL}: Cabal total màxim del reg, en [m³/s].

Taula 8: Diàmetres mínims normalitzats per les dues propostes mitjançant l'equació 8.

PROPOSTA	CABAL MÀXIM INSTAL·LACIÓ [m ³ /h]	DIÀMETRE MÍNIM [mm]	DIÀMETRE NORMALITZAT [mm]
A	8,24 · 11 = 90,64	73,09	75,00
B	48 · 5 = 240,00	118,94	120,00

2.8 **Annex 8. Dimensionament de les bombes**

Proposta A – Aspensor de turbina – SERIE 8005 RAIN BIRD

Instal·lació ha de ser capaç de subministrar un cabal total màxim de:

$$Q_{\text{MAX_TOTAL}} = 8,24 \text{ [m}^3/\text{h]} \cdot 11 \text{ (aspersors)} = \mathbf{90,64 \text{ [m}^3/\text{h]}}$$

Bomba 1 – MIN 65 125 B – 100%.

Cabal que almenys ha de subministrar: $Q = 90,64 \text{ [m}^3/\text{h]}$

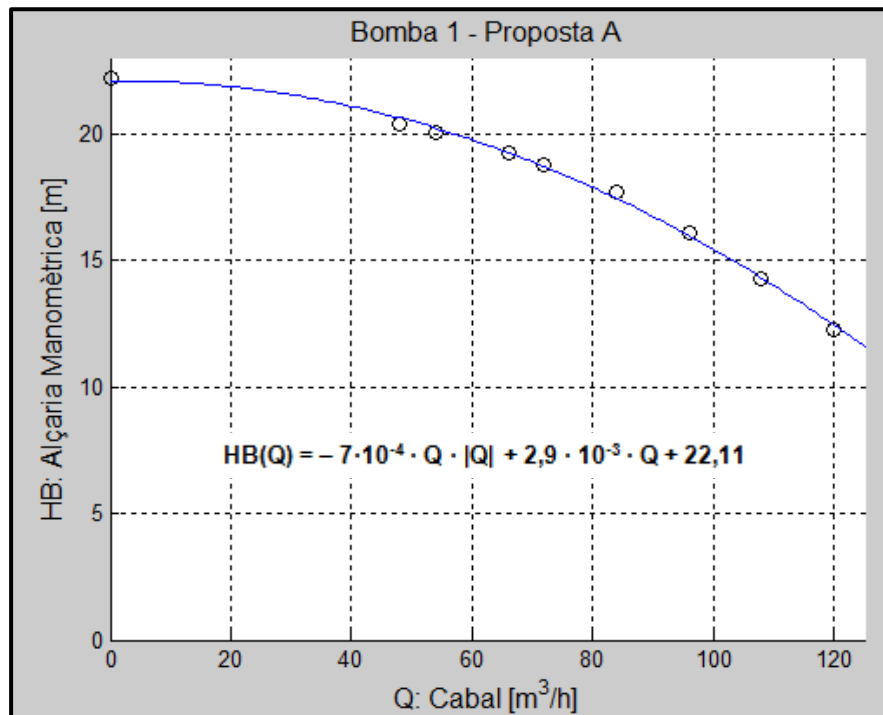
Taula 9: Característiques de la bomba 1 – Instal·lació 1.

POTENCIA		INTENSITAT [A]	DIÀMETRE [mm]	
[kW]	[CV]	400 [V] – Trifàsic	Aspiració	Impulsió
7,5	10	12,3	80	75

Taula 10: Punts de la corba característica de la bomba 1, segons el fabricant.

Q: CABAL [m ³ /h]	0,0	48,0	54,0	66,0	72,0	84,0	96,0	108,0	120,0
HB: ALÇÀRIA MANOMÈTRICA [m]	22,2	20,4	20,1	19,3	18,8	17,7	16,1	14,3	12,3

Figura 4: Corba característica de la bomba 1, segons el fabricant (punts o) i la corba ajustada (línia) amb un polinomi de segon grau (Equació 9). L'error màxim és del 1%.



Per fer els càlculs amb un variador de freqüència s'ha de trobar l'equació de totes les corbes de funcionament segons les revolucions.

Lleis de Semblança:

$$\frac{HB}{HB_0} = \alpha^2 \quad (10)$$

$$\frac{Q}{Q_0} = \alpha \quad (11)$$

$$\frac{W}{W_0} = \alpha \quad (12)$$

On:

HB_0 : Alçària manomètrica equació inicial, en [m].

HB: Alçària manomètrica equació final, en [m].

Q₀: Cabal de treball equació inicial, en [m³/h].

Q: Cabal de treball equació final, en [m³/h].

W₀: Revolucions de la bomba equació inicial, en [rpm].

W: Revolucions de la bomba equació final, en [rpm].

α: Relació de revolucions de la bomba. Entre (0,4 – 1).

L'equació que representa les corbes característiques d'una bomba en funció del cabal i les revolucions d'aquesta té la següent forma:

$$HB(Q, \alpha) = a \cdot Q \cdot |Q| + b \cdot Q \cdot \alpha + c \cdot \alpha^2 \quad (13)$$

Figura 5: Corbes característiques de la bomba 1, ajustades amb (Equació 14), seguint la forma de l'equació 13.

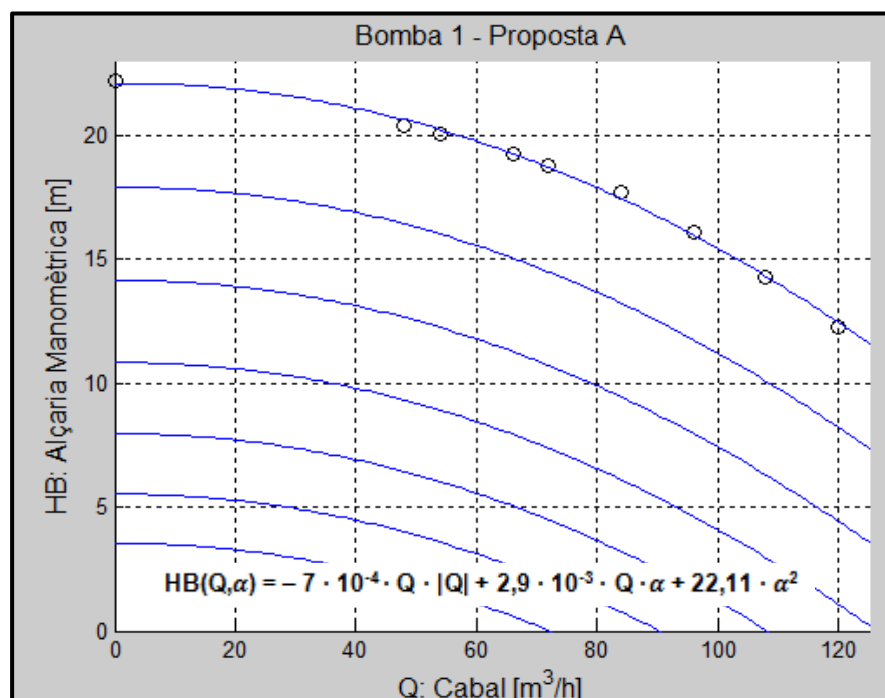
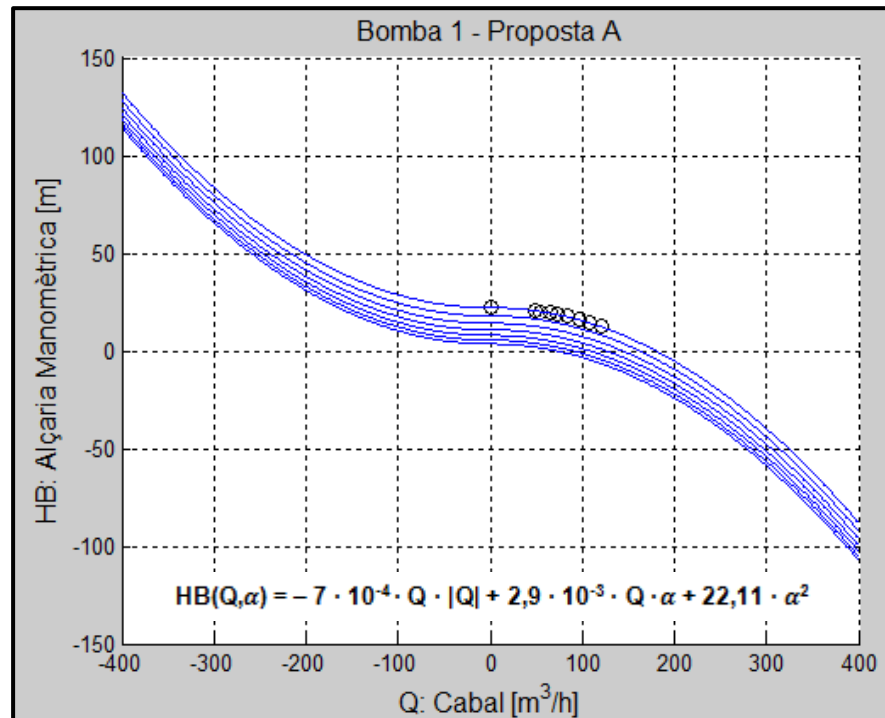


Figura 6: L'equació 14 és continua per tots els valors de $[Q]$ i de pendent de signe constant .



Bomba 2 – MIN 50 125 B – 75%.

Cabal que almenys ha de subministrar:

$$Q = 90,64 \text{ [m}^3/\text{h]} \cdot 0,75 = 67,98 \text{ [m}^3/\text{h]}$$

Taula 11: Característiques de la bomba 2 – Instal·lació 1.

POTENCIA		INTENSITAT [A]	DIÀMETRE [mm]	
[kW]	[CV]	400 [V] – Trifàsic	Aspiració	Impulsió
3	4	7,7	80	75

Taula 12: Punts de la corba característica de la bomba 2, segons el fabricant.

Q: CABAL [m ³ /h]	0,0	24,0	27,0	30,0	36,0	42,0	48,0	54,0	60,0	66,0	72,0
HB: ALÇÀRIA MANOMÈTRICA [m]	20,5	19,8	19,3	19,1	18,3	17,7	16,4	15,3	14,0	12,7	11,2

Figura 7: Corba característica de la bomba 2, segons el fabricant (punts o) i la corba ajustada (línia) amb un polinomi de segon grau (Equació 15). El error màxim és del 1,1%.

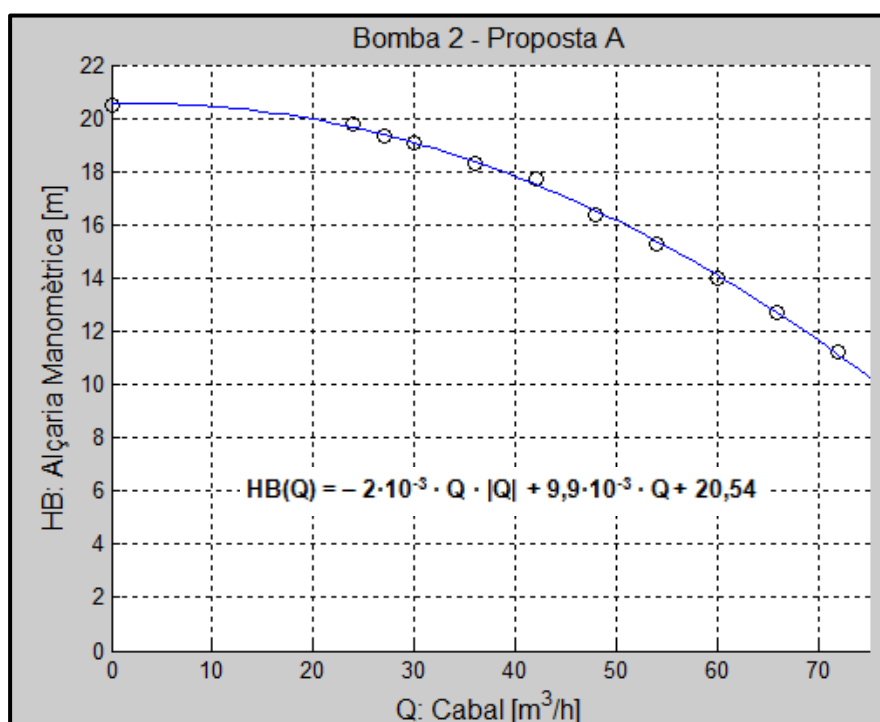


Figura 8: Corbes característiques de la bomba 2, ajustades amb (Equació 16), seguint la forma de l'equació 13.

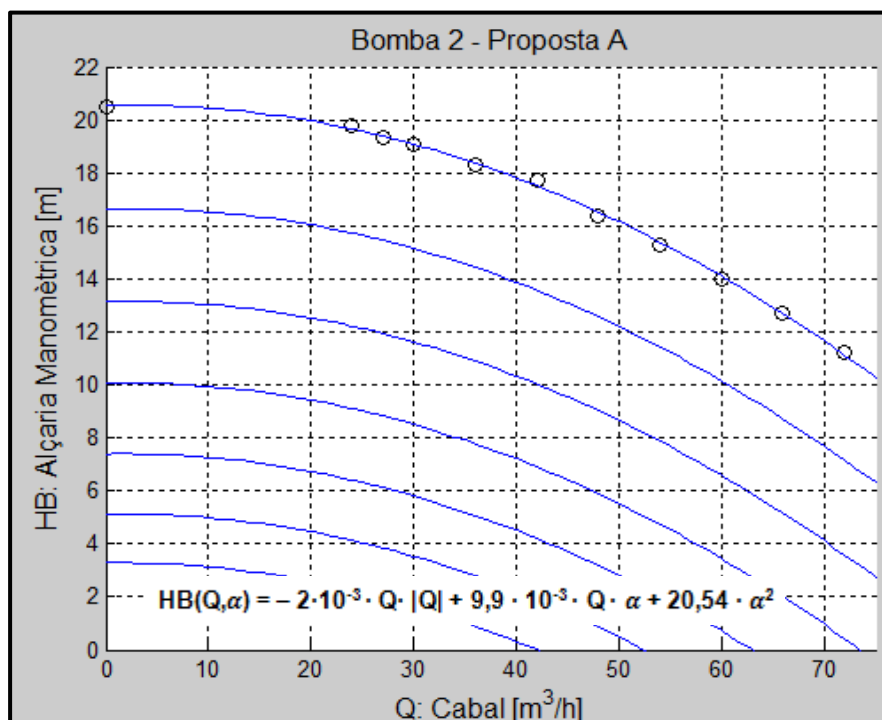
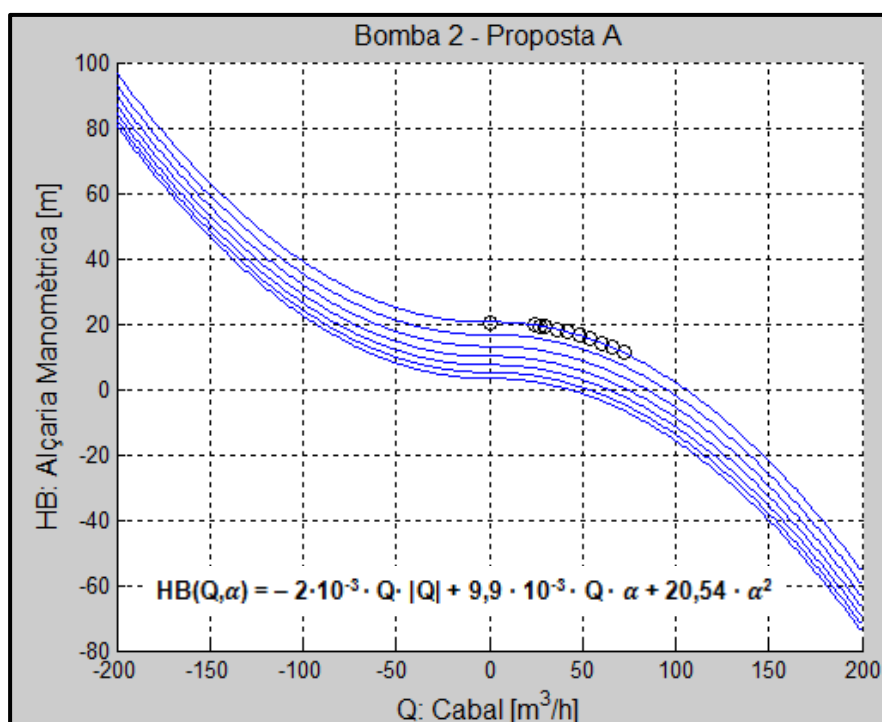


Figura 9: L'equació 16 és continua per tots els valors de [Q] i de pendent de signe constant.



Proposta B – Canó de Retorn Lent – RAIN BIRD SR3000

Instal·lació ha de ser capaç de subministrar un cabal total màxim de:

$$Q_{\text{MAX_TOTAL}} = 48 \text{ [m}^3/\text{h]} \cdot 5 \text{ (aspersors)} = \mathbf{240 \text{ [m}^3/\text{h]}}$$

Bomba 1 – MIN 90 160 A – 100%.

Cabal que almenys ha de subministrar: $Q = 240 \text{ [m}^3/\text{h]}$

Taula 13: Característiques de la bomba 1 – Instal·lació 2.

POTENCIA		INTENSITAT [A]	DIÀMETRE [mm]		
[kW]	[CV]	400 [V] – Trifàsic	Aspiració	Impulsió	
10	13,5	20	125	120	

Taula 14: Punts de la corba característica de la bomba 1, segons el fabricant.

Q: CABAL [m ³ /h]	0,0	78,0	96,0	108,0	130,0	156,0	180,0	215,0	250,0
HB: ALÇÀRIA MANOMÈTRICA [m]	38,5	37,4	36,9	36,2	34,6	32,4	29,9	26,6	22,7

Figura 10: Corba característica de la bomba 1, segons el fabricant (punts o) i la corba ajustada (línia) amb un polinomi de segon grau (Equació 17). L'error màxim és del 2%.

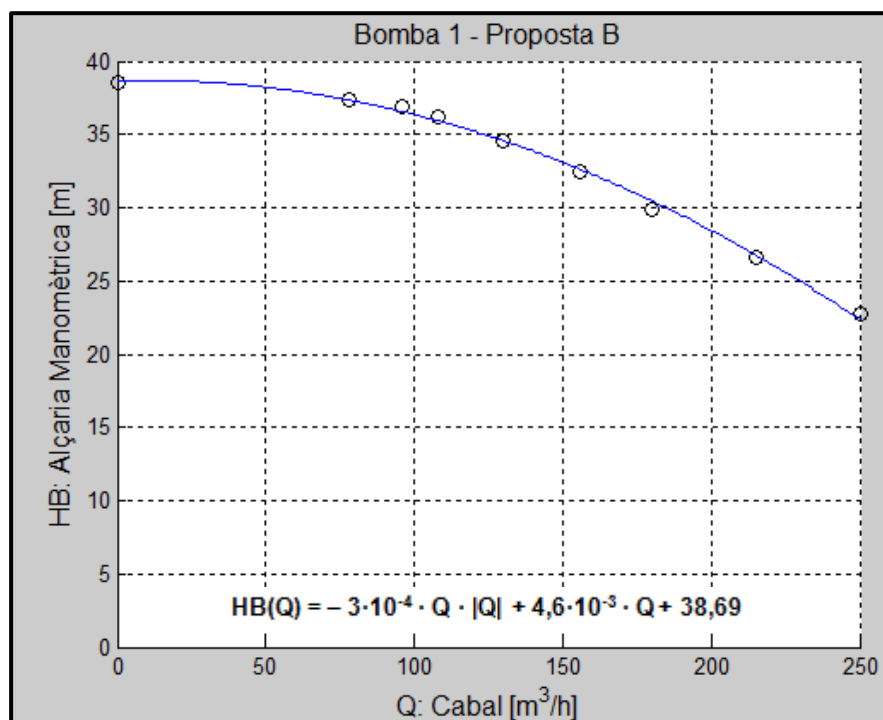


Figura 11: Corbes característiques de la bomba 1, ajustades amb (Equació 18), seguint la forma de l'equació 13.

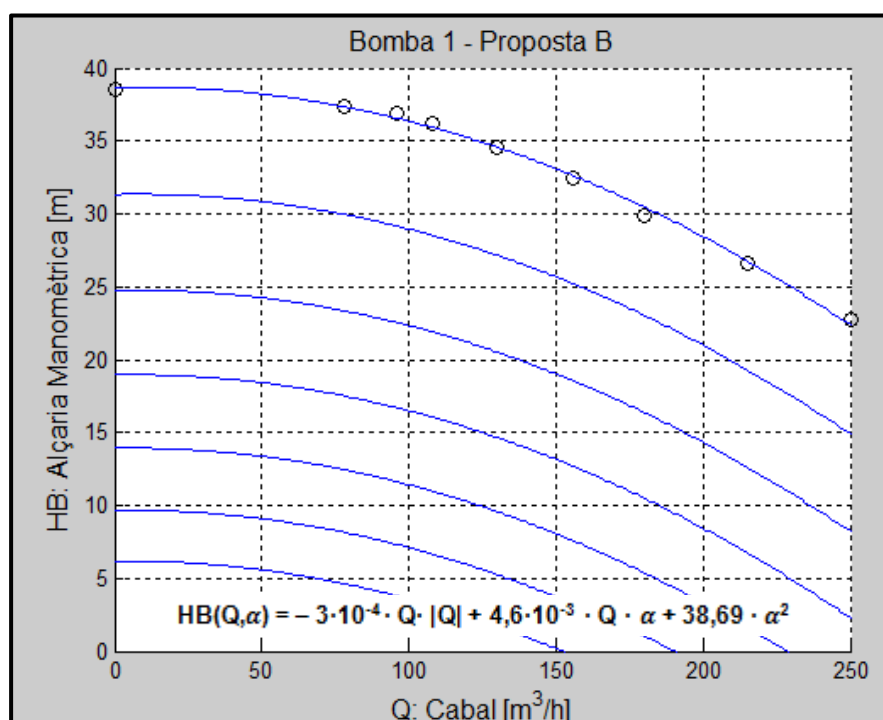
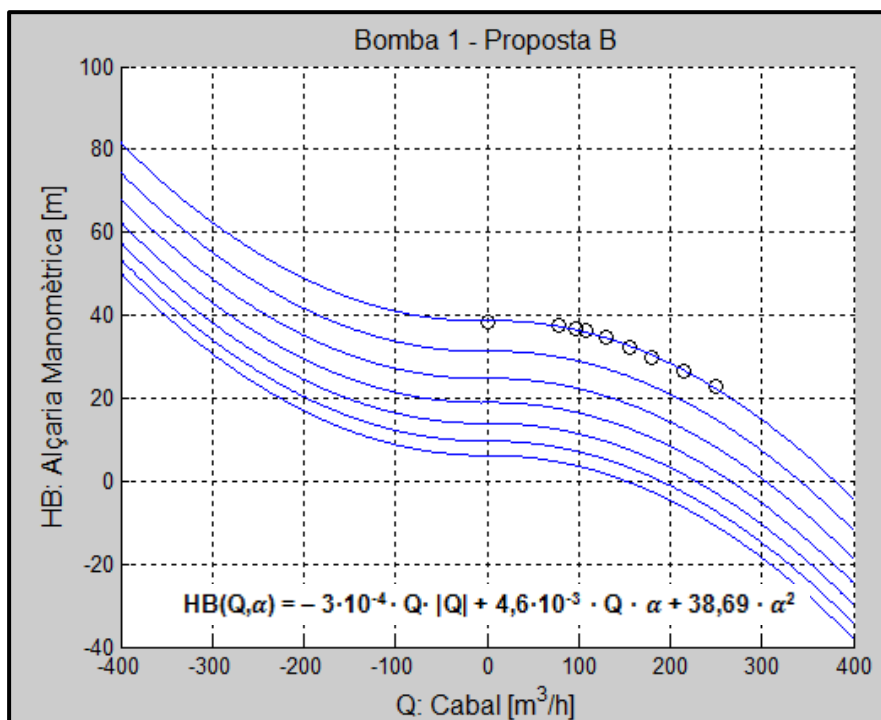


Figura 12: L'equació 18 és continua per tots els valors de $[Q]$ i de pendent de signe constant.



Bomba 2 – MIN 80 160 C – 75%.

Cabal que almenys ha de subministrar:

$$Q = 240 \text{ [m}^3\text{/h]} \cdot 0,75 = 180 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

Taula 15: Característiques de la bomba 2 – Instal·lació 2.

POTENCIA		INTENSITAT [A]	DIÀMETRE [mm]	
[kW]	[CV]	400 [V] – Trifàsic	Aspiració	Impulsió
8	11	17	125	120

Taula 16: Punts de la corba característica de la bomba 1, segons el fabricant.

Q: CABAL [m ³ /h]	0,0	72,0	84,0	96,0	108,0	120,0	144,0	156,0	180,0	200,0
HB: ALÇÀRIA MANOMÈTRICA [m]	39,2	37,5	37,3	36,9	36,2	35,5	33,5	32,4	29,9	28,0

Figura 13: Corba característica de la bomba 2, segons el fabricant (punts o) i la corba ajustada (línia) amb un polinomi de segon grau (Equació 19). L'error màxim és del 0,8%.

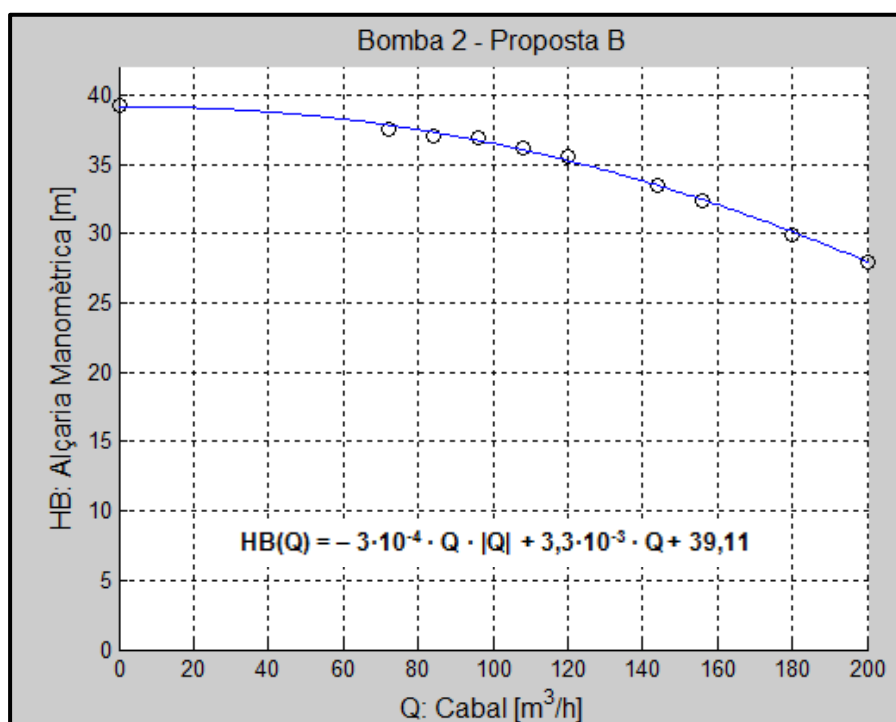


Figura 14: Corbes característiques de la bomba 2, ajustades amb (Equació 20), seguint la forma de l'equació 13.

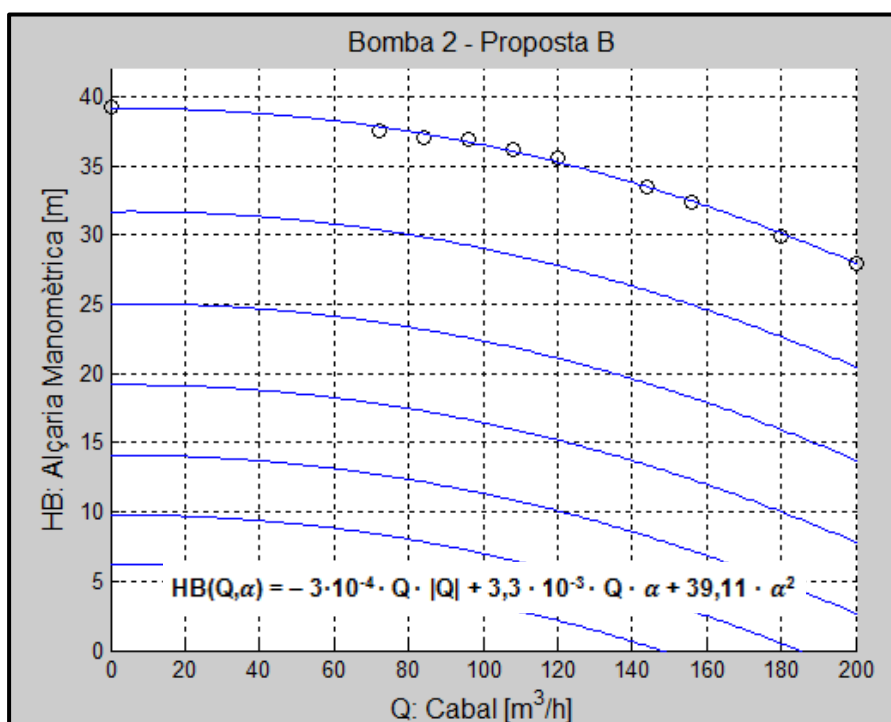
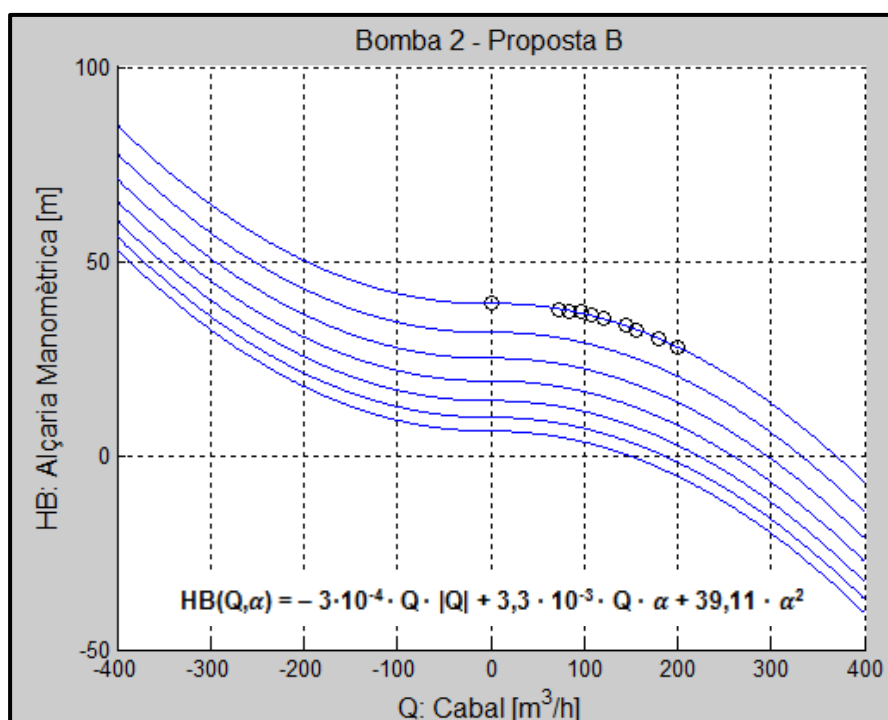


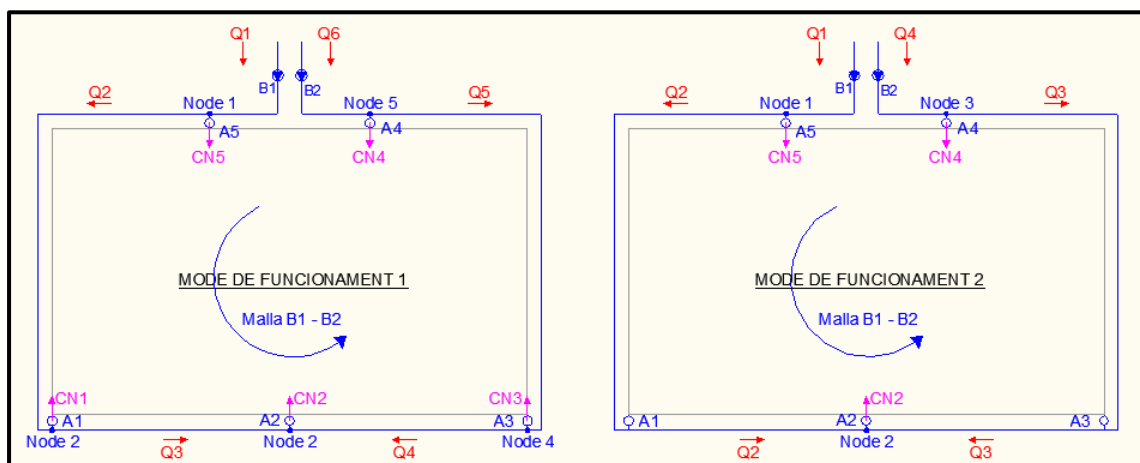
Figura 15: L'equació 20 és continua per tots els valors de [Q] i de pendent de signe constant.



2.9 Annex 9. Punt de funcionament per la proposta B

El mètode dels cabals (Q – equations), es basa en el plantejament de l'equació de continuïtat als nodes del sistema i l'equació de l'energia en pseudomalles i malles per trobar les mateixes equacions que incògnites que té el sistema.

Figura 16: S'estudia el mètode dels cabals per trobar el punt de funcionament de la instal·lació.



Com a criteri de signes per les equacions, es considerarà cabals que surten del node com a positius i els que entren seran negatius

Mode de Funcionament 1 (tots els aspersors funcionant)

Es té 6 cabals incògnites [$Q_1 \dots Q_6$] i 6 equacions que regeixen el sistema [21 ... 26]. Cabals nodals [CN] tenen un valor constant de 48 [m^3/h].

Les equacions que regeixen el sistema són les següents:

Equació de continuïtat en els Nodes:

$$\text{Node 1: } F1: Q_2 + CN_5 - Q_1 = 0 \quad (21)$$

$$\text{Node 2: } F2: Q_3 + CN_1 - Q_2 = 0 \quad (22)$$

$$\text{Node 3: } F3: CN_2 - Q_3 - Q_4 = 0 \quad (23)$$

$$\text{Node 4: } F4: Q_4 + CN_3 - Q_5 = 0 \quad (24)$$

$$\text{Node 5: } F5: Q_5 + CN_4 - Q_6 = 0 \quad (25)$$

Equació de l'energia (Malla):

$$F6 = -K_1 Q_1^{N1} + HB1(Q_1, \alpha_1) - K_2 Q_1^{N2} - K_3 Q_2^{N3} - K_4 Q_3^{N4} + K_5 Q_4^{N5} + K_6 Q_5^{N6} + K_7 Q_6^{N7} - HB2(Q_6, \alpha_2) + K_8 Q_6^{N8} \quad (26)$$

On:

K_i: Constants de pèrdues continues, segons el tub.

N_i: Constants de pèrdues continues, segons el tub.

HB_i: Alçària manomètrica Bomba, segons equacions 18 i 20, en [m].

α_i: Revolucions de la bomba.

Es calcula el punt de funcionament del sistema amb $[\alpha] = 1$, perquè no es col·locarà un variador de freqüència ja que no és viable.

Les pèrdues continues en un tub, es calculen mitjançant una interpolació lineal de l'àbac de Moody, seguint el procediment següent:

$$QQ_1 = VQII1 - VQII1 \cdot 0,10 \quad (27)$$

$$QQ_2 = VQII1 + VQII1 \cdot 0,10 \quad (28)$$

QQ_j: Cabal de càlcul pel procediment.

VQII: Cabals inicials suposats i que en cada iteració varien.

Numero de Reynolds.

$$RE_j = \frac{4 \cdot QQ_j}{v \cdot \pi \cdot D_i} \quad (29)$$

Factor de Fricció.

$$FF_j = \frac{1.325}{\ln^2 \left[\frac{E_i}{3.71 \cdot D_i} + \frac{5.74}{RE_j^{0.9}} \right]} \quad (30)$$

Càlcul del valor (b).

$$b = \frac{\log 10 \left(\frac{FF_1}{FF_2} \right)}{\log 10 \left(\frac{QQ_2}{QQ_1} \right)} \quad (31)$$

Càlcul del valor (a).

$$a = FF_1 \cdot QQ_1^b \quad (32)$$

Càlcul de la constant (K).

$$K = \frac{8 \cdot a \cdot L_i}{g \cdot D_i^5 \cdot \pi^2} \quad (33)$$

Càlcul de la constant (N).

$$N = 2 - b \quad (34)$$

On:

i: Es refereix al numero de tubs.

j: Es refereix als dos cabal de les equacions 27 i 28.

g: Gravetat, en [m/s²].

v: Viscositat de l'aigua, en [m²/s].

D: Diàmetre en el tram, en [m].

E: Rugositat del tub en el tram, en [m].

L: Longitud en el tram, en [m].

Es resol el sistema 6 equacions 6 incògnites, aplicant el mètode de NEWTON RAPHSON, la jacobiana del sistema tindrà la forma següent:

$$[JJ] = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ A & B & C & D & E & F \end{bmatrix}$$

(A...F): És la derivada de l'equació 26, respecte $[Q_1...Q_6]$, respectivament.

$$A = -K_1 N_1 Q_1^{N1-1} + DB1(Q_1, \alpha 1) - K_2 N_2 Q_1^{N2-1}$$

$$B = -K_3 N_3 Q_2^{N3-1}$$

$$C = -K_4 N_4 Q_3^{N4-1}$$

$$D = K_5 N_5 Q_4^{N5-1}$$

$$E = K_6 N_6 Q_5^{N6-1}$$

$$F = K_7 N_7 Q_6^{N7-1} - DB2(Q_6, \alpha 2) + K_8 N_8 Q_6^{N8-1}$$

Mode de Funcionament 2 (A_1 i A_3 tancats)

Es té 4 cabals incògnites $[Q_1 \dots Q_4]$ i 4 equacions que regeixen el sistema [35 ... 38]. Cabals nodals $[CN]$ tenen un valor constant de 48 $[m^3/h]$.

Equació de continuïtat en els Nodes:

$$\text{Node 1:} \quad F1: \quad Q_2 + CN_5 - Q_1 = 0 \quad (35)$$

$$\text{Node 2:} \quad F2: \quad CN_2 - Q_2 - Q_3 = 0 \quad (36)$$

$$\text{Node 3:} \quad F3: \quad Q_3 + CN_4 - Q_4 = 0 \quad (37)$$

Equació de l'energia (Malla):

$$F4 = -K_1 Q_1^{N1} + HB1(Q_1, \alpha 1) - K_2 Q_1^{N2} - K_3 Q_2^{N3} + K_4 Q_3^{N4} + K_5 Q_4^{N5} \\ - HB2(Q_4, \alpha 2) + K_6 Q_4^{N6} \quad (38)$$

En aquest cas la jacobiana és:

$$[JJ] = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \\ A & B & C & D \end{bmatrix}$$

[A...D]: És la derivada de l'equació 38, respecte $[Q_1...Q_4]$, respectivament.

$$A = -K_1 N_1 Q_1^{N1-1} + DB1(Q_1, \alpha 1) - K_2 N_2 Q_1^{N2-1}$$

$$B = -K_3 N_3 Q_2^{N3-1}$$

$$C = K_4 N_4 Q_3^{N4-1}$$

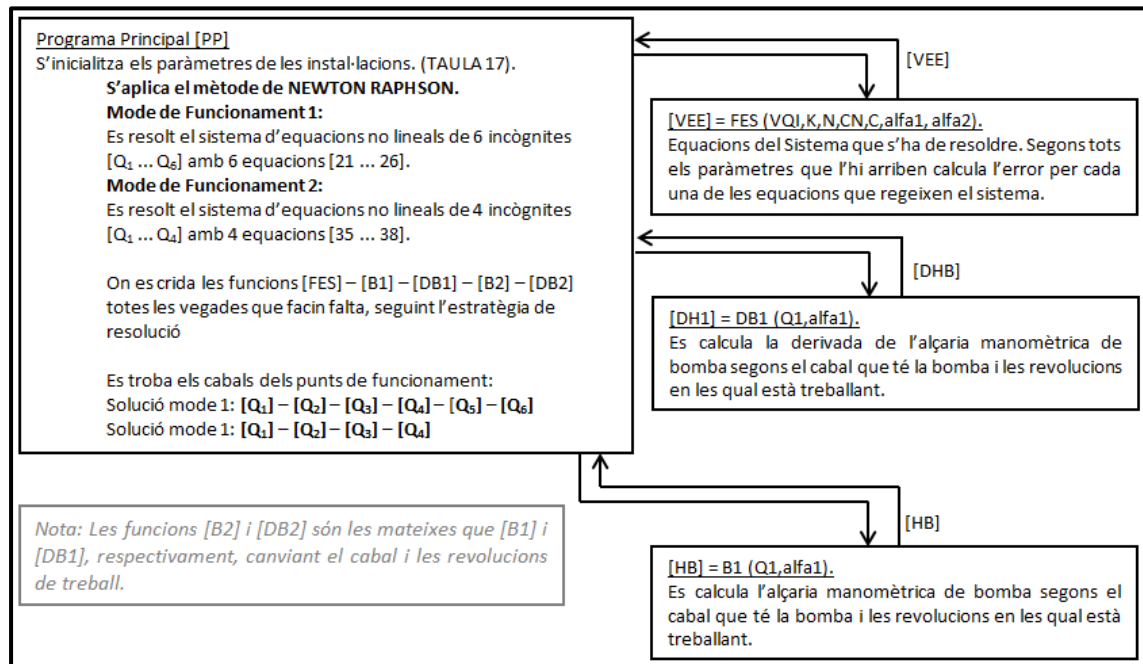
$$D = K_5 N_5 Q_4^{N5-1} - DB2(Q_4, \alpha 2) + K_6 N_6 Q_4^{N6-1}$$

Estratègia de resolució:

1. Es dona uns valors inicials de cabals incògnites del sistema.
2. Determinació dels valors de les constants $[K]$ i $[N]$.
3. Resolució de les equacions no lineals que regeixen el sistema.
4. Càlcul de la Jacobiana.
5. Es troba uns nous valors de cabal amb la resolució del sistema utilitzant el mètode de NEWTON RAPHSON.
6. Determinació dels nous valors de les constants $[K]$ i $[N]$.
7. Resolució de les equacions no lineals que regeixen el sistema.
8. Determinació de l'error d'ajust comés en les equacions que regeixen el sistema.
9. Si l'error d'ajust és més petit que la tolerància permesa, els darrers valors de cabal són la solució del sistema.

Altrament es torna a calcula la Jacobiana, es torna al pas 4.

Figura 17: Diagrama de flux dels components principals per la resolució de la instal·lació.



Taula 17: Característiques de la instal·lació.

Trams		1	2	3	4	5	6	7	8
Longitud [m]	M.F*.1	15	20	95	50	50	95	20	15
	M.F*.2	15	20	156	156	20	15	--	--

* M.F. Mode de funcionament.

Les altres característiques de les instal·lacions són els diàmetres i la rugositat. En els dos modes de funcionament i en tots els trams els valors són iguals.

$D = 0,12$ [m].

$[E] = 1 \cdot 10^{-4}$ [m].

Taula 18: Cabals en el punt de funcionament de la instal·lació.

CABALS SEGONS MODE DE FUNCIONAMENT	CABALS [L/s] – MODE DE FUNCIONAMENT 1	CABALS [L/s] – MODE DE FUNCIONAMENT 2
Q_1	33,25	19,95
Q_2	19,95	6,65
Q_3	6,65	6,65
Q_4	6,65	19,95
Q_5	19,95	--
Q_6	33,25	--

2.10 Annex 10. Costos elèctrics per la proposta B

Taula 19: Cost de l'electricitat segons la franja horària.

FRANGES HORÀRIES [Hores]	PREU ELECTRICITAT [c€/kWh]
0:00 - 6:00	8
6:00 - 8:00	12
8:00 - 16:00	18
16:00 - 24:00	12

Per obtenir un cost mínim, s'haurà d'engegar el reg entre les 6 primeres hores del dia. Es troba la potència elèctrica (P_e) mitjançant les equacions 39 i 40.

Figura 18: Corba de la potència elèctrica de la bomba 1, segons el fabricant (punts o) i la corba ajustada (línia) amb un polinomi de segon grau (Equació 39). L'error màxim és del 3,9%.

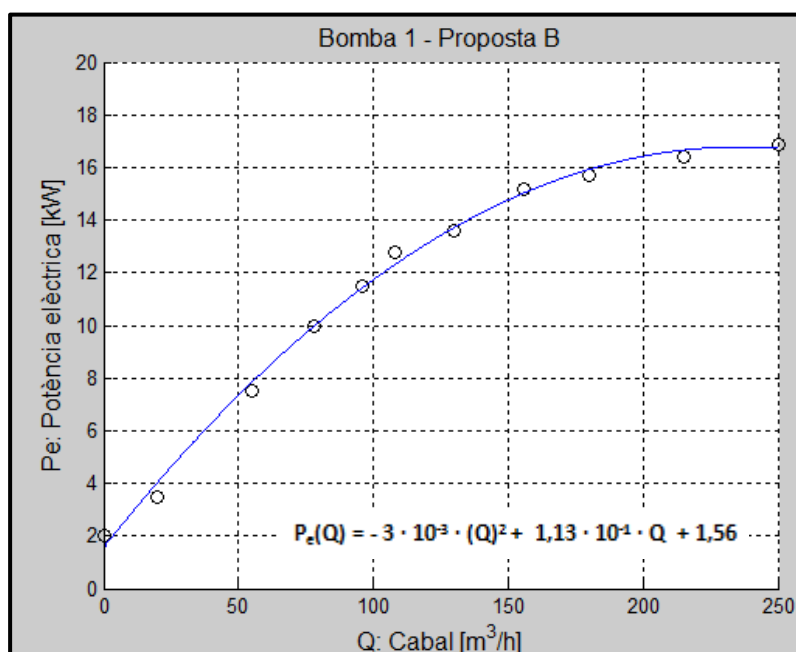
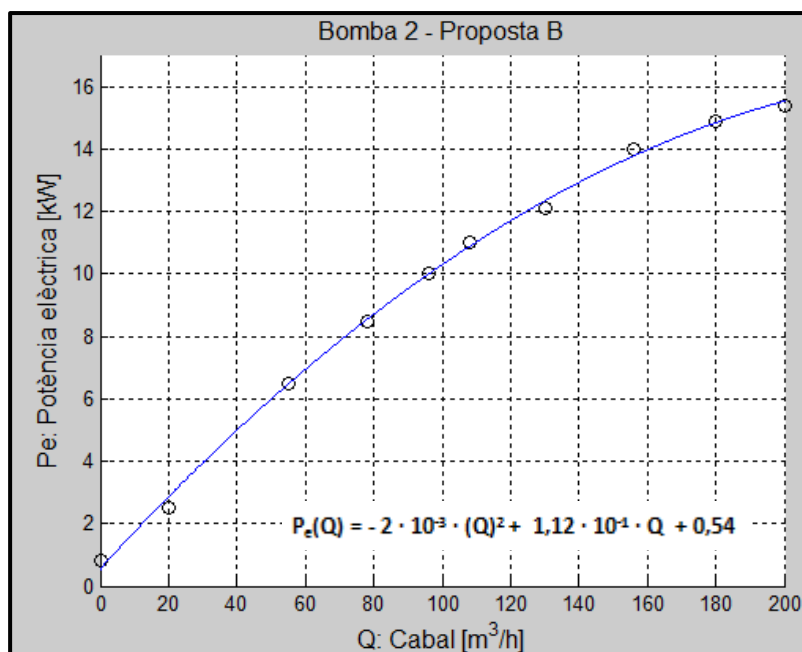


Figura 19: Corba de la potència elèctrica de la bomba 1, segons el fabricant (punts o) i la corba ajustada (línia) amb un polinomi de segon grau (Equació 40). L'error màxim és del 3,5%.



Taula 20: Potència Elèctrica [kW]. (Equacions 39 – 40)

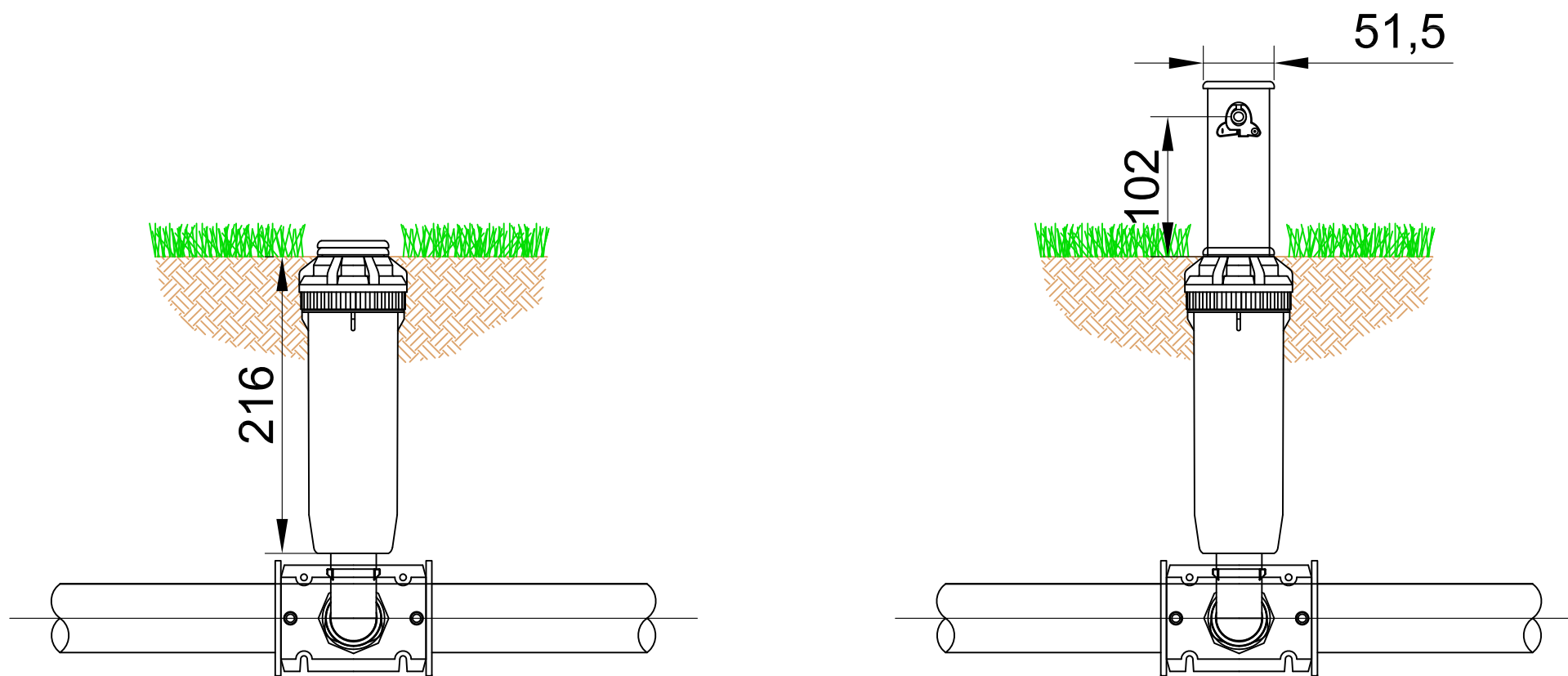
Mode de funcionament	Bombes	Cabal en la Bomba [L/s]	Potència Elèctrica (kW)
1	1	33,25	13,07
	2	33,25	11,67
2	1	19,95	9,41
	2	19,95	8,00

Taula 21: Cost elèctric mensual [€/mes].

MESOS (DIES)	TEMPS DE REG [min/dia]		COST ELÈCTRIC [€/mes]	
	Mode de Funcionament 1	Mode de Funcionament 2	Mode de Funcionament 1	Mode de Funcionament 2
Gener (31)	0,77	1,54	0,79	1,11
Febrer (28)	0,93	1,86	0,86	1,21
Març (31)	3,03	6,06	3,10	4,36
Abril (30)	5,02	10,03	4,97	6,98
Maig (31)	8,20	16,41	8,39	11,81
Juny (30)	20,38	40,76	20,17	28,39
Juliol (31)	39,42	78,84	40,31	56,73
Agost (31)	29,46	58,91	30,13	42,39
Setembre (30)	15,57	31,14	15,41	21,69
Octubre (31)	10,54	21,08	10,78	15,17
Novembre (30)	2,08	4,16	2,06	2,90
Desembre (31)	0,78	1,56	0,80	1,12
Costos Elèctric Anuals:			331,60 [€/any]	

2.11 Annex 11. Característiques dels aspersors (documentació gràfica).

1. Proposta A – Aspersor de turbina – SERIE 8005 RAIN BIRD.
2. Proposta B – Canó de retorn lent – RAIN BIRD SR3000.



Cotes amb [mm].

Característiques principals.

Radi que cobreix l'aspersor.	[R1] = 18 [m].
Cabal màxim aspersor.	[Qmax] = 8,24 [m3/h].
Cabal mínim aspersor.	[Qmin] = 5,57 [m3/h].
Pressió màxima aspersor.	[Pmax] = 7,0 [bar].
Pressió mínima aspersor.	[Pmin] = 3,5 [bar].

Disseny i optimització de la instal·lació d'un reg per aspersió d'un camp de futbol situat al municipi de Puigverd de Lleida.

Autor:
Sergi Simón Puigpinós

Director TFG:
Josep Illa Alibes

Data:
Juliol - 2015

ESCALA:
S/E

Proposta A - Aspersor de Turbina -
SERIE 8005 RAIN BIRD.

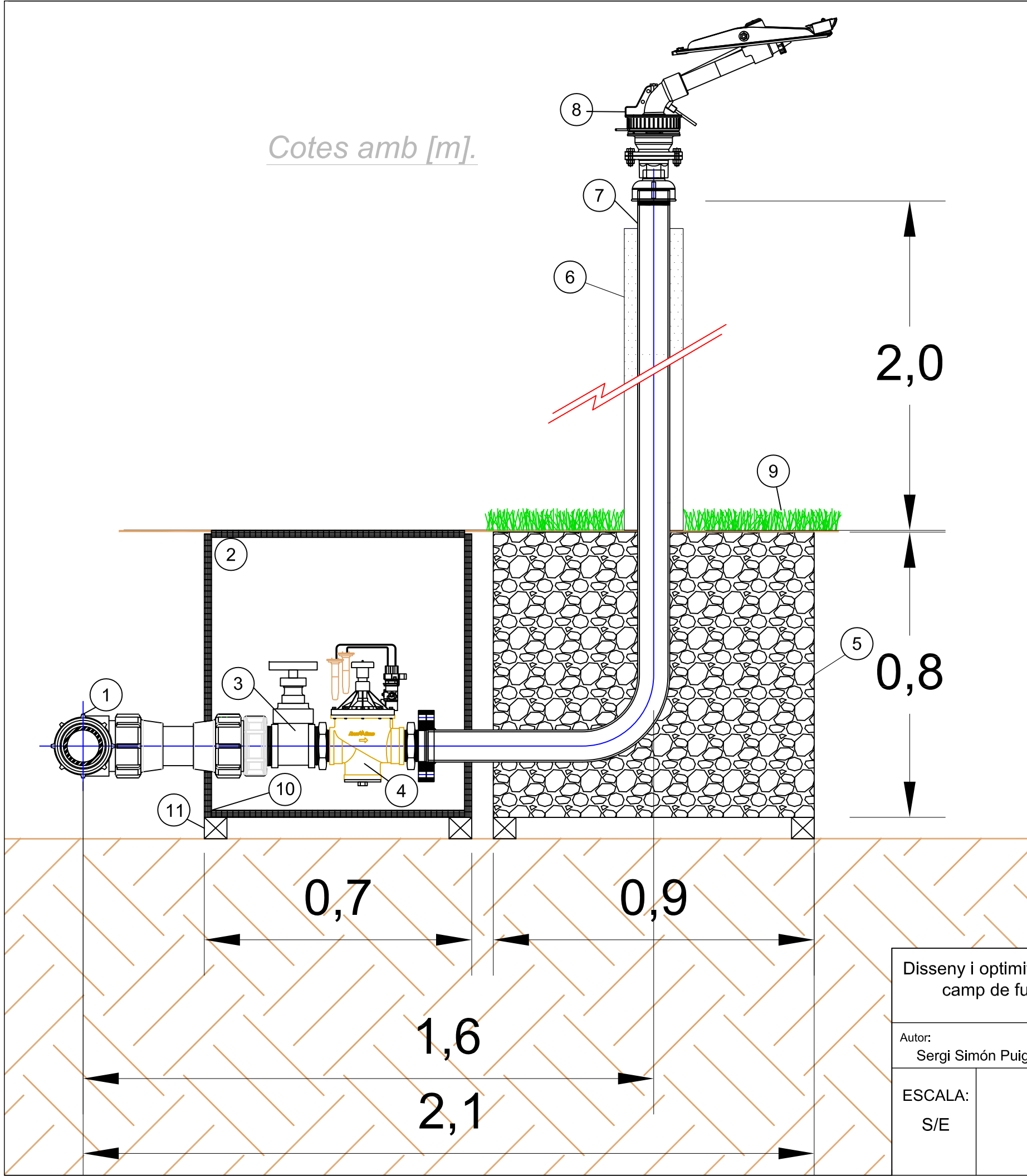


Escola Politècnica Superior

Universitat de Lleida

Full nº: 1 de 2

Cotes amb [m].



Característiques principals.	
Radi que cobreix l'aspersor.	[R2] = 40 [m].
Cabal màxim aspersor.	[Qmax] = 53,0 [m3/h].
Cabal mínim aspersor.	[Qmin] = 40,0 [m3/h].
Pressió màxima aspersor.	[Pmax] = 6,0 [bar].
Pressió mínima aspersor.	[Pmin] = 3,0 [bar].

1	Tub general de línia.
2	Instal·lació prèvia aspersor.
3	Vàlvula manual.
4	Electrovàlvula.
5	Bloc de formigó - 900x900x800.
6	Protecció de goma o espuma.
7	Tub d'acer galvanitzat.
8	Aspersor canó - RAIN BIRD - SR3000
9	Gespa.
10	Reixa de protecció.
11	Pilar de base.

Disseny i optimització de la instal·lació d'un reg per aspersió d'un camp de futbol situat al municipi de Puigverd de Lleida.

Autor:
Sergi Simón Puigpinós

Director TFG:
Josep Illa Alibes

Data:
Juliol - 2015

ESCALA:
S/E

Proposta B - Canó de retorn lent
RAIN BIRD SR3000.



Escola Politècnica Superior
Universitat de Lleida

2.12 Annex 12. Llistat en MATLAB de les rutines utilitzades

%Aspersor [A1]: Aspersors de Turbina - SERIE 8005.

clear

clc

%El cabal dels aspersors varia segons la seva pressió. Programa que mitjançant els punts de la corba característica segons el fabricant es dibuixarà la corba que millor s'ajusta als punts donats.

%Inicialització dels paràmetres.

YA1=[3.5,4,4.5,5,5.5,6,6.5,7];

XA1=[5.57,6.01,6.42,6.80,7.14,7.5,7.91,8.24];

nA1=length(YA1);

NA1=2;

%Valors de Pressió - Fabricant, [Bar]

%Valors de Cabal - Fabricant, [m³/h]

%Longitud del vector XA1.

%Grau del polinomi d'ajust.

%Es calcula la funció d'ajust amb el grau indicat.

CCA1=polyfit(XA1,YA1,NA1);

%Càlcul de la funció ajustada.

%Punts per la representació de la gràfica.

%Es representà la comparativa entra la corba característica de l'aspersor, facilitada pel fabricant, i la corba d'ajust del grau indicat, per tal de veure l'error que es comet.

XA1N=(XA1(1):0.01:XA1(nA1));

%Vector de pressió.

mA1=length(XA1N);

%Longitud del vector de pressió.

YA1N=zeros(mA1,1);

%Inicialització vector amb la mateixa longitud que l'anterior.

%[For] El qual calcularà el cabal per cada un dels nous valors de pressió i els guardarà en el vector inicialitzat.

for i=1:mA1

YA1N(i)=CCA1(1)*(XA1N(i)^2)+CCA1(2)*XA1N(i)+CCA1(3);

end

%Representació Gràfica.

hold on

plot(XA1,YA1,'ok') %Corba característica de l'aspersor - Fabricant.

plot(XA1N,YA1N,'red') %Funció ajustada.

ylabel('P: Pressió [bar]', 'FontName','Arial','FontSize', 12);

xlabel('Q: Cabal [m³/h]', 'FontName','Arial','FontSize', 12);

title('ASPERSOR DE TURBINA - SERIE 8005 [A1]', 'FontName','Arial','FontSize', 12)

grid on

hold off

%Aspersor [A2]: Canó de Retorn Lent - RAIN BIRD SR3000.

clear

clc

%El cabal dels aspersors varia segons la seva pressió. Programa que mitjançant els punts de la corba característica segons el fabricant es dibuixarà la corba que millor s'ajusta als punts donats.

%Inicialització dels paràmetres

YA2=[3,3.5,4,4.5,5,5.5,6];

%Valors de Pressió - Fabricant, [Bar]

XA2=[40,41.5,43,44.6,47.2,50.5,53];

%Valors de Cabal - Fabricant, [m3/h]

nA2=length(YA2);

%Longitud del vector YA2.

NA2=3;

%Grau del polinomi d'ajust.

%Es calcula la funció d'ajust amb el grau indicat.

CCA2=polyfit(XA2,YA2,NA2);

%Càlcul de la funció ajustada.

%Punts per la representació de la gràfica.

%Es representà la comparativa entra la corba característica de l'aspersor, facilitada pel fabricant, i la corba d'ajust del grau indicat, per tal de veure l'error que es comet.

XA2N=(XA2(1):0.1:XA2(nA2));

%Vector nou de cabals.

mA2=length(XA2N);

%Longitud del vector nou de cabals.

YA2N=zeros(mA2,1);

%Inicialització vector amb la mateixa longitud que l'anterior.

%[For] El qual calcularà la pressió per cada un dels nous valors de cabal i els guardarà en el vector inicialitzat.

for i=1:mA2

YA2N(i)=CCA2(1)*(XA2N(i)^3)+CCA2(2)*(XA2N(i)^2)+CCA2(3)*(XA2N(i))+CCA2(4);

end

%Representació Gràfica.

hold on

plot(XA2,YA2,'ok')

%Corba característica de l'aspersor - Fabricant.

plot(XA2N,YA2N,'red')

%Funció ajustada.

ylabel('P: Pressió [bar]',FontName,'Arial',FontSize, 12);

xlabel('Q: Cabal [m^3/h]',FontName,'Arial',FontSize, 12);

title('CANÓ DE RETORN LENT – RAIN BIRD SR3003 [A2]',FontName,'Arial',FontSize, 12)

grid on

hold off

%Bomba 1 - Instal·lació 1 – REPB11

clear

clc

%Bomba que ha de cobrir el 100% del cabal necessari de la instal·lació 1.

%Cabal que ha de ser capaç de subministrar:

%Qmax = 90,64 [m³/h] = 90.640 [L/h].

%Rang de treball de la bomba 1:

%Qmax = 120 [m³/h].

%Qmin = 0 [m³/h].

%Programa que mitjançant els punts de la corba característica segons el fabricant es dibuixarà la corba que millor s'ajusta als punts donats.

%Inicialització dels paràmetres

X1=[0,48,54,66,72,84,96,108,120];

%Valors de Cabal - Fabricant, [m³/h].

Y1=[22.2,20.4,20.1,19.3,18.8,17.7,16.1,14.3,12.3];

%Valors d'alçària manomètrica - [m].

N1=2;

%Grau del polinomi d'ajust.

%Es calcula la funció d'ajust amb el grau indicat.

CC1=polyfit(X1,Y1,N1);

%Càlcul de la funció ajustada.

%Punts per la representació de la gràfica.

%Es representà la comparativa entra la corba característica de la bomba, facilitada pel fabricant, i la corba d'ajust del grau indicat, per tal de veure l'error que es comet.

X1N=(-400:400);

%Vector de cabal.

m1=length(X1N);

%Longitud del vector de cabal.

VALFA1=(0.4:0.1:1);

%Vector de possibles [alfa1], de la bomba 1.

m2=length(VALFA1);

%Longitud del vector [VALFA1].

Y1N=zeros(m2,m1);

%Inicialització matriu amb les dimensions dels vector anteriors.

%[For] El qual calcularà l'alçària manomètrica per cada un dels nous valors de cabal i revolucions de la bomba, els guardarà en el vector inicialitzat.

for i=1:m2

for j=1:m1

Y1N(i,j)=(CC1(1)*(X1N(j)*abs(X1N(j)))+(CC1(2)*(X1N(j))*VALFA1(i))+CC1(3)*(VALFA1(i)^2));

end

end

%Representació de la gràfica.

hold on

plot(X1,Y1,'ok')

%Corba característica de la bomba - Fabricant.

plot(X1N,Y1N,'blue')

%Funció ajustada.

ylabel('HB: Alçària Manomètrica [m]', 'FontName','Arial','FontSize', 12);

xlabel('Q: Cabal [m³/h]', 'FontName','Arial','FontSize', 12);

title('Bomba 1 - Proposta A', 'FontName','Arial','FontSize', 12)

axis([0,125,0,23])

grid on

hold off



%Bomba 2 - Instal·lació 1 - REPB21

clear

clc

%Bomba que ha de cobrir el 75% del cabal necessari de la instal·lació 1.

%Cabal que ha de ser capaç de subministrar:

%Qmax = 67,98 [m³/h] = 67.980 [L/h].

%Rang de treball de la bomba 2:

%Qmax = 72 [m³/h].

%Qmin = 0 [m³/h].

%Programa que mitjançant els punts de la corba característica segons el fabricant es dibuixarà la corba que millor s'ajusta als punts donats.

%Inicialització dels paràmetres

X2=[0,24,27,30,36,42,48,54,60,66,72];

%Valors de Cabal - [m³/h]

Y2=[20.5,19.8,19.3,19.1,18.3,17.7,16.4,15.3,14,12.7,11.2];

%Valors d'alçària manomètrica-[m]

N2=2;

%Grau del polinomi d'ajust.

%Es calcula la funció d'ajust amb el grau indicat.

CC2=polyfit(X2,Y2,N2);

%Càlcul de la funció ajustada.

%Punts per la representació de la gràfica.

%Es representà la comparativa entra la corba característica de la bomba, facilitada pel fabricant, i la corba d'ajust del grau indicat, per tal de veure l'error que es comet.

X2N=(-200:200);

%Vector de cabal.

m1=length(X2N);

%Longitud del vector de cabal.

VALFA2=(0.4:0.1:1);

%Vector de possibles [alfa2], de la bomba 2.

m2=length(VALFA2);

%Longitud del vector [VALFA2].

Y2N=zeros(m2,m1);

%Inicialització d'un vector amb la mateixa longitud que l'anterior.

%[For] El qual calcularà l'alçària manomètrica per cada un dels nous valors de cabal i revolucions de la bomba, els guardarà en el vector inicialitzat.

for i=1:m2

for j=1:m1

Y2N(i,j)=(CC2(1)*(X2N(j)*abs(X2N(j)))+(CC2(2)*(X2N(j))*VALFA2(i))+CC2(3)*(VALFA2(i)^2));

end

end

%Representació de la gràfica.

hold on

plot(X2,Y2,'ok')

%Corba característica de la bomba - Fabricant.

plot(X2N,Y2N,'blue')

%Funció ajustada.

ylabel('HB: Alçària Manomètrica [m]', 'FontName','Arial','FontSize', 12);

xlabel('Q: Cabal [m³/h]', 'FontName','Arial','FontSize', 12);

title('Bomba 2 - Proposta A', 'FontName','Arial','FontSize', 12)

axis([0,75,0,22])

grid on

hold off

%Bomba 1 - Instal·lació 2 - REPB12

clear

clc

%Bomba que ha de cobrir el 100% del cabal necessari de la instal·lació 2.

%Cabal que ha de ser capaç de subministrar:

%Qmax = 240 [m3/h] = 240.000 [L/h].

%Rang de treball de la bomba 1:

%Qmax = 250 [m3/h].

%Qmin = 0 [m3/h].

%Programa que mitjançant els punts de la corba característica segons el fabricant es dibuixarà la corba que millor s'ajusta als punts donats.

%Inicialització dels paràmetres

X1=[0,78,96,108,130,156,180,215,250];

%Valors de Cabal - Fabricant, [m3/h].

Y1=[38.5,37.4,36.9,36.2,34.6,32.4,29.9,26.6,22.7];

%Valors d'alçària manomètrica - [m].

N1=2;

%Grau del polinomi d'ajust.

%Es calcula la funció d'ajust amb el grau indicat.

CC1=polyfit(X1,Y1,N1);

%Càlcul de la funció ajustada.

%Punts per la representació de la gràfica.

%Es representà la comparativa entra la corba característica de la bomba, facilitada pel fabricant, i la corba d'ajust del grau indicat, per tal de veure l'error que es comet.

X1N=(-400:400);

%Vector de cabal.

m1=length(X1N);

%Longitud del vector de cabal.

VALFA1=(0.4:0.1:1);

%Vector de possibles [alfa1], de la bomba 1.

m2=length(VALFA1);

%Longitud del vector [VALFA1].

Y1N=zeros(m2,m1);

%Inicialització matriu amb les dimensions dels vector anteriors.

%[For] El qual calcularà l'alçària manomètrica per cada un dels nous valors de cabal i revolucions de la bomba, els guardarà en el vector inicialitzat.

for i=1:m2

for j=1:m1

Y1N(i,j)=(CC1(1)*(X1N(j)*abs(X1N(j)))+(CC1(2)*(X1N(j))*VALFA1(i))+CC1(3)*(VALFA1(i)^2));

end

end

%Representació de la gràfica.

hold on

plot(X1,Y1,'ok')

%Corba característica de la bomba - Fabricant.

plot(X1N,Y1N,'blue')

%Funció ajustada.

ylabel('HB: Alçària Manomètrica [m]','FontName','Arial','FontSize', 12);

xlabel('Q: Cabal [m^3/h]','FontName','Arial','FontSize', 12);

title('Bomba 1 - Proposta B','FontName','Arial','FontSize', 12)

axis([0,250,0,40])

grid on

hold off



%Bomba 2 - Instal·lació 2 - REPB22

clear

clc

%Bomba que ha de cobrir el 100% del cabal necessari de la instal·lació 2.

%Cabal que ha de ser capaç de subministrar:

%Qmax = 180 [m3/h] = 180.000 [L/h].

%Rang de treball de la bomba 1:

%Qmax = 200 [m3/h].

%Qmin = 0 [m3/h].

%Programa que mitjançant els punts de la corba característica segons el fabricant es dibuixarà la corba que millor s'ajusta als punts donats.

%Inicialització dels paràmetres

X2=[0,72,84,96,108,120,144,156,180,200];

%Valors de Cabal - Fabricant, [m3/h].

Y2=[39.2,37.5,37,36.9,36.2,35.5,33.5,32.4,29.9,28];

%Valors d'alçària manomètrica - [m].

N2=2;

%Grau del polinomi d'ajust.

%Es calcula la funció d'ajust amb el grau indicat.

CC2=polyfit(X2,Y2,N2);

%Càlcul de la funció ajustada.

%Punts per la representació de la gràfica.

%Es representà la comparativa entra la corba característica de la bomba, facilitada pel fabricant, i la corba d'ajust del grau indicat, per tal de veure l'error que es comet.

X2N=(-400:400);

%Vector de cabal.

m1=length(X2N);

%Longitud del vector de cabal.

VALFA2=(0.4:0.1:1);

%Vector de possibles [alfa2], de la bomba 2.

m2=length(VALFA2);

%Longitud del vector [VALFA2].

Y2N=zeros(m2,m1);

%Inicialització matriu amb les dimensions dels vector anteriors.

%[For] El qual calcularà l'alçària manomètrica per cada un dels nous valors de cabal i revolucions de la bomba, els guardarà en el vector inicialitzat.

for i=1:m2

for j=1:m1

Y2N(i,j)=(CC2(1)*(X2N(j)*abs(X2N(j)))+(CC2(2)*(X2N(j))*VALFA2(i))+CC2(3)*(VALFA2(i)^2));

end

end

%Representació de la gràfica.

hold on

plot(X2,Y2,'ok')

%Corba característica de la bomba - Fabricant.

plot(X2N,Y2N,'blue')

%Funció ajustada.

ylabel('HB: Alçària Manomètrica [m]','FontName','Arial','FontSize', 12);

xlabel('Q: Cabal [m^3/h]','FontName','Arial','FontSize', 12);

title('Bomba 2 - Proposta B','FontName','Arial','FontSize', 12)

axis([0,200,0,42])

grid on

hold off

%Programa Principal - PP

```
clear  
clc
```

%Definició de Constants:

```
[g]=9.81;           %Gravetat en [m/s2].  
[p]=1000;           %Densitat de l'aigua [Kg/m3].  
[Vl]=1.06*10^-6;    %Viscositat de l'aigua, en [m2/s].  
[n1]=0;             %Comptador d'iteracions, mode de funcionament 1.  
[n2]=0;             %Comptador d'iteracions, mode de funcionament 2.  
[nmax]=20;          %Numero màxim d'iteracions.  
[eromax]=0.00001;   %Error màxim que es pot tenir.  
[ERROR1]=1;         %Inicialització de la variable error, mode de funcionament 1.  
[ERROR2]=1;         %Inicialització de la variable error, mode de funcionament 2.  
[alfa1]=1;          %Valor de les revolucions de la Bomba 1.  
[alfa2]=1;          %Valor de les revolucions de la Bomba 2.
```

%MODE DE FUNCIONAMENT 1. TOTS ELS ASPERSORS EN FUNCIONAMENT.

%Característiques de la Xarxa Estudiada.

```
[VL1]=[15,20,95,50,50,95,20,15]; %Vector Longituds de cada tram.  
[A1]=length(VL1); %Longitud del vector longituds, (trams de la xarxa).  
[DMAX1]=0.12; %Diàmetre màxim necessari en la xarxa estudiada.  
[VD1]=DMAX1*[1,1,1,1,1,1,1,1]; %Vector Diàmetre de cada tram.  
[VK1]=1E-4*[1,1,1,1,1,1,1,1]; %Vector Rugositat de cada tram.  
[K1]=zeros(A1,1); %Inicialització del vector de valors [K].  
[N1]=zeros(A1,1); %Inicialització del vector de valors [N].  
[a1]=zeros(A1,1); %Inicialització del Vector dels valors [a].  
[b1]=zeros(A1,1); %Inicialització del Vector dels valors [b].  
[C1]=6; %Numero d'Incògnites del sistema.  
[JJ1]=zeros(C1); %Inicialització de la Matriu Jacobiana.
```

%Vector Cabals Nodals en [L/s].

```
[CN1]=[13.3,13.3,13.3,13.3,13.3];
```

%Inicialització de la Jacobiana.

```
JJ1(1,1)=-1; JJ1(1,2)=1; JJ1(2,2)=-1; JJ1(2,3)=1; JJ1(3,3)=-1;  
JJ1(3,4)=-1; JJ1(4,4)=1; JJ1(4,5)=-1; JJ1(5,5)=1; JJ1(5,6)=-1;
```

%Valors Inicials [L/s].

```
[VQI1]=[30,20,15,15,20,30];
```

%[FOR]: per calcular els valors de [K] i [N] per cada un dels trams.

```
for i=1:A1  
    if i==1 && i==2  
        VQI1=VQI1(1);  
    elseif i==3  
        VQI1=VQI1(2);  
    elseif i==4  
        VQI1=VQI1(3);  
    elseif i==5  
        VQI1=VQI1(4);  
    elseif i==6  
        VQI1=VQI1(5);  
    else  
        VQI1=VQI1(6);  
    end
```



```
end
QQ1=VQI1-VQI1*0.1;
QQ2=VQI1+VQI1*0.1;
RE1=4*QQ1/VD1(i)/pi();
RE2=4*QQ2/VD1(i)/pi();
F1=1.325/(log(VK1(i)/3.71+5.74/RE1^9)^2);
F2=1.325/(log(VK1(i)/3.71+5.74/RE2^9)^2);
b1(i)=(log10(F1/F2))/(log10(QQ2/QQ1));
a1(i)=F1*(QQ1^b1(i));
K1(i)=8*a1(i)*VL1(i)/g/(pi()^2)/(VD1(i)^5);
N1(i)=2-b1(i);
end

%Càlcul de les equacions de la instal·lació.
[VEE1]=FES(VQI1,K1,N1,CN1,C1,alfa1,alfa2);

while n1<nmax && ERROR1>eromax

%Modificació de la Jacobiana.
JJ1(6,1)=-K1(1)*N1(1)*(abs(VQI1(1))^(N1(1)-1))+DB1(VQI1(1),alfa1)-
K1(2)*N1(2)*(abs(VQI1(1))^(N1(2)-1));
JJ1(6,2)=-K1(3)*N1(3)*(abs(VQI1(2))^(N1(3)-1));
JJ1(6,3)=-K1(4)*N1(4)*(abs(VQI1(3))^(N1(4)-1));
JJ1(6,4)=-K1(5)*N1(5)*(abs(VQI1(4))^(N1(5)-1));
JJ1(6,5)=-K1(6)*N1(6)*(abs(VQI1(5))^(N1(6)-1));
JJ1(6,6)=-K1(7)*N1(7)*(abs(VQI1(6))^(N1(7)-1))-
DB2(VQI1(6),alfa2)+K1(8)*N1(8)*(abs(VQI1(6))^(N1(8)-1));

%Es Busca l'increment de X. [X1,X2,...,X6]. Es resolt el sistema per tal de trobar els valors
[X1,X2,...,X6].
[XX1]=JJ1\VEE1;

%Es troben els nous cabals de càlcul.
[VQI1]=VQI1-XX1;

%Estimació dels nous valors de [K] i [N]. [FOR]; per calcular els valors de [K] i [N] per cada un dels
trams.
for i=1:A1
    if i==1 && i==2
        VQI1=VQI1(1);
    elseif i==3
        VQI1=VQI1(2);
    elseif i==4
        VQI1=VQI1(3);
    elseif i==5
        VQI1=VQI1(4);
    elseif i==6
        VQI1=VQI1(5);
    else
        VQI1=VQI1(6);
    end
    QQ1=VQI1-VQI1*0.1;
    QQ2=VQI1+VQI1*0.1;
    RE1=4*QQ1/VD1(i)/pi();
    RE2=4*QQ2/VD1(i)/pi();
    F1=1.325/(log(VK1(i)/3.71+5.74/RE1^9)^2);
```



```

F2=1.325/(log(VK1(i)/3.71+5.74/RE2^9)^2);
b1(i)=(log10(F1/F2))/(log10(QQ2/QQ1));
a1(i)=F1*(QQ1^b1(i));
K1(i)=8*a1(i)*VL1(i)/g/(pi(i)^2)/(VD1(i)^5);
N1(i)=2-b1(i);
end

% Càlcul de les equacions de la instal·lació amb els nous valors.
[VEE1]=FES(VQ1,K1,N1,CN1,C1,alfa1,alfa2);

% Error Comés.
[ERROR1]=abs(VEE1(1))+abs(VEE1(2))+abs(VEE1(3))+abs(VEE1(4))+abs(VEE1(5))+abs(VEE1(6));

% Comptador d'iteracions.
n1=n1+1;
end

%MODE DE FUNCIONAMENT 2. ELS ASPERSORS 1 - 3, TANCATS.

%Característiques de la Xarxa Estudiada.
[VL2]=[15,20,156,156,20,15]; %Vector Longituds de cada tram.
[A2]=length(VL2); %Longitud del vector longituds, (trams de la xarxa).
[DMAX2]=0.12; %Diàmetre màxim necessari en la xarxa estudiada.
[VD2]=DMAX2*[1,1,1,1,1,1]; %Vector Diàmetre de cada tram.
[VK2]=1E-4*[1,1,1,1,1,1]; %Vector Rugositat de cada tram.
[K2]=zeros(A2,1); %Inicialització del vector de valors [K].
[N2]=zeros(A2,1); %Inicialització del vector de valors [N].
[a2]=zeros(A2,1); %Inicialització del Vector dels valors [a].
[b2]=zeros(A2,1); %Inicialització del Vector dels valors [b].
[C2]=4; %Numero d'incògnites del sistema.
[JJ2]=zeros(C2); %Inicialització de la Matriu Jacobiana.

%Vector Cabals Nodals en [L/s].
[CN2]=[13.3,13.3,13.3];

%Inicialització de la Jacobiana.
JJ2(1,1)=-1; JJ2(1,2)=1; JJ2(2,2)=-1;
JJ2(2,3)=-1; JJ2(3,3)=1; JJ2(3,4)=-1;

%Valors Inicials [L/s].
[VQI2]=1E-60*[40,30,20,10];

%[FOR]: per calcular els valors de [K] i [N] per cada un dels trams.
for i=1:A2
    if i==1 && i==2
        VQI2=VQI2(1);
    elseif i==3
        VQI2=VQI2(2);
    elseif i==4
        VQI2=VQI2(3);
    else
        VQI2=VQI2(4);
    end
    QQ1=VQI2-VQI2*0.1;

```

```
QQ2=VQI2+VQI2*0.1;  
RE1=4*QQ1/VD2(i)/VI/pi();  
RE2=4*QQ2/VD2(i)/VI/pi();  
F1=1.325/(log(VK2(i)/3.71+5.74/RE1^9)^2);  
F2=1.325/(log(VK2(i)/3.71+5.74/RE2^9)^2);  
b2(i)=(log10(F1/F2))/(log10(QQ2/QQ1));  
a2(i)=F1*(QQ1^b2(i));  
K2(i)=8*a2(i)*VL2(i)/g/(pi()^2)/(VD2(i)^5);  
N2(i)=2-b2(i);  
end  
  
%Càlcul de les equacions de la instal·lació.  
[VEE2]=FES(VQI2,K2,N2,CN2,C2,alfa1,alfa2);  
  
while n2<nmax && ERROR2>eromax  
  
%Modificació de la Jacobiana.  
JJ2(4,1)=-K2(1)*N2(1)*(abs(VQI2(1))^(N2(1)-1))+DB1(VQI2(1),alfa1)-  
K2(2)*N2(2)*(abs(VQI2(1))^(N2(2)-1));  
JJ2(4,2)=-K2(3)*N2(3)*(abs(VQI2(2))^(N2(3)-1));  
JJ2(4,3)=K2(4)*N2(4)*(abs(VQI2(3))^(N2(4)-1));  
JJ2(4,4)=K2(5)*N2(5)*(abs(VQI2(4))^(N2(5)-1))-  
DB2(VQI2(4),alfa2)+K2(6)*N2(6)*(abs(VQI2(4))^(N2(6)-1));  
  
%Es Busca l'increment de X. [X1,X2,...,X4]. Es resolt el sistema per tal de trobar els valors  
[X1,X2,...,X4].  
[XX2]=JJ2\VEE2;  
  
%Es troben els nous cabals de càlcul.  
[VQI2]=VQI2-XX2';  
  
%Estimació dels nous valors de [K] i [N]. [FOR]; per calcular els valors de [K] i [N] per cada un dels  
trams.  
for i=1:A2  
    if i==1 && i==2  
        VQI2=VQI2(1);  
    elseif i==3  
        VQI2=VQI2(2);  
    elseif i==4  
        VQI2=VQI2(3);  
    else  
        VQI2=VQI2(4);  
    end  
    QQ1=VQI2-VQI2*0.1;  
    QQ2=VQI2+VQI2*0.1;  
    RE1=4*QQ1/VD2(i)/VI/pi();  
    RE2=4*QQ2/VD2(i)/VI/pi();  
    F1=1.325/(log(VK2(i)/3.71+5.74/RE1^9)^2);  
    F2=1.325/(log(VK2(i)/3.71+5.74/RE2^9)^2);  
    b2(i)=(log10(F1/F2))/(log10(QQ2/QQ1));  
    a2(i)=F1*(QQ1^b2(i));  
    K2(i)=8*a2(i)*VL2(i)/g/(pi()^2)/(VD2(i)^5);  
    N2(i)=2-b2(i);  
end
```

%Càlcul de les equacions de la instal·lació amb els nous valors.

[VEE2]=FES(VQI2,K2,N2,CN2,C2,alfa1,alfa2);

%Error Comés

[ERROR2]=abs(VEE2(1))+abs(VEE2(2))+abs(VEE2(3))+abs(VEE2(4));

%Comptador d'iteracions.

n2=n2+1;

end

%FES

%Funció on es plantejen les equacions del sistema pel mètode de les equacions de cabal.

function [VEE]=FES(VQI,K,N,CN,C,alfa1,alfa2)

%Inicialització de Paràmetres.

[VEE]=zeros(C,1);

if C==6

%Equacions Error - Mode de Funcionament 1.

[VEE(1)]=VQI(2)+CN(5)-VQI(1);

[VEE(2)]=VQI(3)+CN(1)-VQI(2);

[VEE(3)]=CN(2)-VQI(3)-VQI(4);

[VEE(4)]=VQI(4)+CN(3)-VQI(5);

[VEE(5)]=VQI(5)+CN(4)-VQI(6);

[VEE(6)]=-K(1)*VQI(1)*(abs(VQI(1))^(N(1)-1))+B1(VQI(1),alfa1)-K(2)*VQI(1)*(abs(VQI(1))^(N(2)-1))-K(3)*VQI(2)*(abs(VQI(2))^(N(3)-1))-K(4)*VQI(3)*(abs(VQI(3))^(N(4)-1))+K(5)*VQI(4)*(abs(VQI(4))^(N(5)-1))+K(6)*VQI(5)*(abs(VQI(5))^(N(6)-1))+K(7)*VQI(6)*(abs(VQI(6))^(N(7)-1))-B2(VQI(6),alfa2)+K(8)*VQI(6)*(abs(VQI(6))^(N(8)-1));

else

%Equacions Error - Mode de Funcionament 2.

[VEE(1)]=VQI(2)+CN(3)-VQI(1);

[VEE(2)]=CN(1)-VQI(2)-VQI(3);

[VEE(3)]=VQI(3)+CN(2)-VQI(4);

[VEE(4)]=-K(1)*VQI(1)*(abs(VQI(1))^(N(1)-1))+B1(VQI(1),alfa1)-K(2)*VQI(1)*(abs(VQI(1))^(N(2)-1))-K(3)*VQI(2)*(abs(VQI(2))^(N(3)-1))+K(4)*VQI(3)*(abs(VQI(3))^(N(4)-1))+K(5)*VQI(4)*(abs(VQI(4))^(N(5)-1))-B2(VQI(4),alfa2)+K(6)*VQI(4)*(abs(VQI(4))^(N(6)-1));

end

end

%Bomba 1 - Instal·lació 2 - B1

%Funció, en que donat un cabal de treball per la bomba 1, retornarà l'alçària manomètrica per aquest valor.

function [HB1]=B1(Q1,alfa1)

%Inicialització dels paràmetres

[X1]=[0,78,96,108,130,156,180,215,250];

[X]=X1./3600;

[Y1]=[38.5,37.4,36.9,36.2,34.6,32.4,29.9,26.6,22.7];

[N1]=2;

[CC1]=polyfit(X,Y1,N1);

[Q1]=Q1/1000;

%Valors de Cabal - Fabricant, [m3/h].

%Valors de Cabal - Fabricant, [m3/s].

%Valors d'alçària manomètrica -[m].

%Grau del polinomi d'ajust.

%Càlcul de la funció ajustada.

%Cabal entrat amb [m3/s].

%Càlcul del valor [HB1] pel valor de Cabal [Q1] entrat a la funció.

[HB1]=CC1(1)*(Q1*abs(Q1))+CC1(2)*(Q1)*alfa1+CC1(3)*(alfa1^2);

end

%Bomba 2 - Instal·lació 2 - B2

%Funció, en que donat un cabal de treball per la bomba 2, retornarà l'alçària manomètrica per aquest valor.

function [HB2]=B2(Q2,alfa2)

%Inicialització dels paràmetres

[X2]=[0,72,84,96,108,120,144,156,180,200];

[X]=X2./3600;

[Y2]=[39.2,37.5,37,36.9,36.2,35.5,33.5,32.4,29.9,28];

[N2]=2;

[CC2]=polyfit(X,Y2,N2);

[Q2]=Q2/1000;

%Valors de Cabal - Fabricant, [m3/h].

%Valors de Cabal - Fabricant, [m3/s].

%Valors d'alçària manomètrica - [m].

%Grau del polinomi d'ajust.

%Càlcul de la funció ajustada.

%Cabal entrat amb [m3/s].

%Càlcul del valor [HB2] pel valor de Cabal [Q2] entrat a la funció.

[HB2]=CC2(1)*(Q2*abs(Q2))+CC2(2)*(Q2)*alfa2+CC2(3)*(alfa2^2);

end

%Derivada - Bomba 1 - DB1

%Funció. en que donat un cabal de treball per la bomba 1, retornarà la derivada de l'alçada manomètrica per aquest valor.

function [DHB1]=DB1(Q1,alfa1)

%Inicialització dels paràmetres

[X1]=[0,78,96,108,130,156,180,215,250];

[Y1]=[38.5,37.4,36.9,36.2,34.6,32.4,29.9,26.6,22.7];

[N1]=2;

[CC1]=polyfit(X,Y1,N1);

[Q1]=Q1/1000;

%Valors de Cabal - Fabricant, [m3/h].

%Valors de Cabal - Fabricant, [m3/s].

%Valors d'alçada manomètrica - [m].

%Grau del polinomi d'ajust.

%Càlcul de la funció ajustada.

%Cabal entrat amb [m3/s].

%Càlcul del valor [H1] pel valor de Cabal [Q1] entrat a la funció, amb la derivada de la funció de la corba característica.

[DHB1]=2*CC1(1)*(Q1)+CC1(2)*(alfa1);

end

%Derivada - Bomba 2 - DB2

%Funció. en que donat un cabal de treball per la bomba 1, retornarà la derivada de l'alçada manomètrica per aquest valor.

function [DHB2]=DB2(Q2,alfa2)

%Inicialització dels paràmetres

[X2]=[0,72,84,96,108,120,144,156,180,200];

[Y2]=[39.2,37.5,37,36.9,36.2,35.5,33.5,32.4,29.9,28];

[N2]=2;

[CC2]=polyfit(X,Y2,N2);

[Q2]=Q2/1000;

%Valors de Cabal - Fabricant, [m3/h].

%Valors de Cabal - Fabricant, [m3/s].

%Valors d'alçada manomètrica - [m].

%Grau del polinomi d'ajust.

%Càlcul de la funció ajustada.

%Cabal entrat amb [m3/s].

%Càlcul del valor [H2] pel valor de Cabal [Q2] entrat a la funció, amb la derivada de la funció de la corba característica.

[DHB2]=2*CC2(1)*(Q2)+CC2(2)*alfa2;

end

%Bomba 1 - Instal·lació 2 - Potència Elèctrica - POTE12

clear

clc

%Programa que mitjançant els punts de la corba de la potència elèctrica segons el fabricant es
dibuixarà la corba que millor s'ajusta als punts donats.

%Inicialització dels paràmetres

X1=[0,20,55,78,96,108,130,156,180,215,250];

%Valors de Cabal - Fabricant, [m³/h].

Y1=[2,3.5,7.5,10,11.5,12.8,13.6,15.2,15.7,16.4,16.9];

%Valors de potència - Fabricant, [kW].

N1=2;

%Grau del polinomi d'ajust.

%Es calcula la funció d'ajust amb el grau indicat.

CC1=polyfit(X1,Y1,N1);

%Càlcul de la funció ajustada.

%Punts per la representació de la gràfica.

%Es representà la comparativa entra la corba característica, facilitada pel fabricant, i la corba
d'ajust del grau indicat, per tal de veure l'error que es comet.

X1N=(0:0.1:250);

%Vector de cabal.

m1=length(X1N);

%Longitud del vector de cabal.

Y1N=zeros(m1,1);

%Inicialització d'un vector dimensions dels vector anteriors.

**%[For] El qual calcularà la potència per cada un dels nous valors de cabal i revolucions de la
bomba, els guardarà en el vector inicialitzat.**

for i=1:m1

Y1N(i)=CC1(1)*X1N(i)^2+CC1(2)*X1N(i)+CC1(3);

end

%Representació de la gràfica.

hold on

plot(X1,Y1,'ok') %Corba característica de la bomba - Fabricant.

plot(X1N,Y1N,'blue') %Funció ajustada.

ylabel('Pe: Potència elèctrica [kW]','FontName','Arial','FontSize', 12);

xlabel('Q: Cabal [m³/h]','FontName','Arial','FontSize', 12);

title('Bomba 1 - Proposta B','FontName','Arial','FontSize', 12)

axis([0,250,0,20])

grid on

hold off

%Bomba 2 - Instal·lació 2 - Potència Elèctrica - POTE22

clear

clc

%Programa que mitjançant els punts de la corba de la potència elèctrica segons el fabricant es
dibuixarà la corba que millor s'ajusta als punts donats.

%Inicialització dels paràmetres

X2=[0,20,55,78,96,108,130,156,180,200];

%Valors de Cabal - Fabricant, [m³/h].

Y2=[0.8,2.5,6.5,8.5,10,11,12.1,14,14.9,15.4];

%Valors de potència - Fabricant, [kW].

N2=2;

%Grau del polinomi d'ajust.

%Es calcula la funció d'ajust amb el grau indicat.

CC2=polyfit(X2,Y2,N2);

%Càlcul de la funció ajustada.

%Punts per la representació de la gràfica.

%Es representà la comparativa entra la corba característica, facilitada pel fabricant, i la corba
d'ajust del grau indicat, per tal de veure l'error que es comet.

X2N=(0:0.1:250);

%Vector de cabal.

m2=length(X2N);

%Longitud del vector de cabal.

Y2N=zeros(m2,1);

%Inicialització d'un vector dimensions dels vector anteriors.

**%[For] El qual calcularà la potència per cada un dels nous valors de cabal i revolucions de la
bomba, els guardarà en el vector inicialitzat.**

for i=1:m2

Y2N(i)=CC2(1)*X2N(i)^2+CC2(2)*X2N(i)^1+CC2(3);

end

%Representació de la gràfica.

hold on

plot(X2,Y2,'ok')

%Corba característica de la bomba - Fabricant.

plot(X2N,Y2N,'blue')

%Funció ajustada.

ylabel('Pe: Potència elèctrica [kW]', 'FontName','Arial','FontSize', 12);

xlabel('Q: Cabal [m³/h]', 'FontName','Arial','FontSize', 12);

title('Bomba 2 - Proposta B', 'FontName','Arial','FontSize', 12)

axis([0,200,0,17])

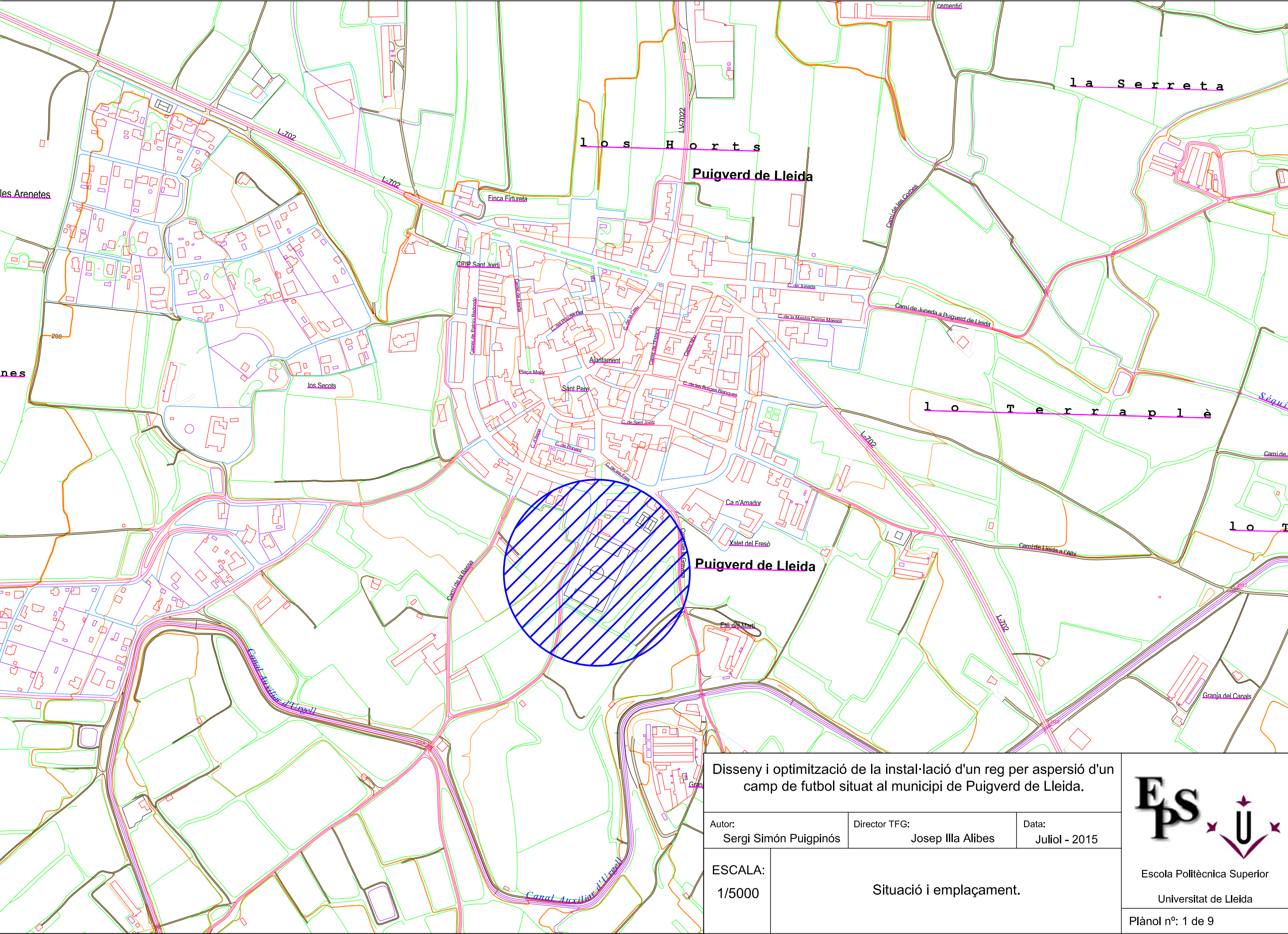
grid on

hold off

3. PLÀNOLS

Índex de plànols

- 3.1. Situació i emplaçament.
- 3.2. Ubicació de les diferents instal·lacions del complex esportiu.
- 3.3. Instal·lació de reg per aspersió: estat actual.
- 3.4. Proposta A: Instal·lació hidràulica completa.
- 3.5. Proposta A: Distribució dels aspersors.
- 3.6. Proposta A: Superfície de reg dels aspersors.
- 3.7. Proposta B: Instal·lació hidràulica completa.
- 3.8. Proposta B: Distribució dels aspersors.
- 3.9. Proposta B: Superfície de reg dels aspersors.



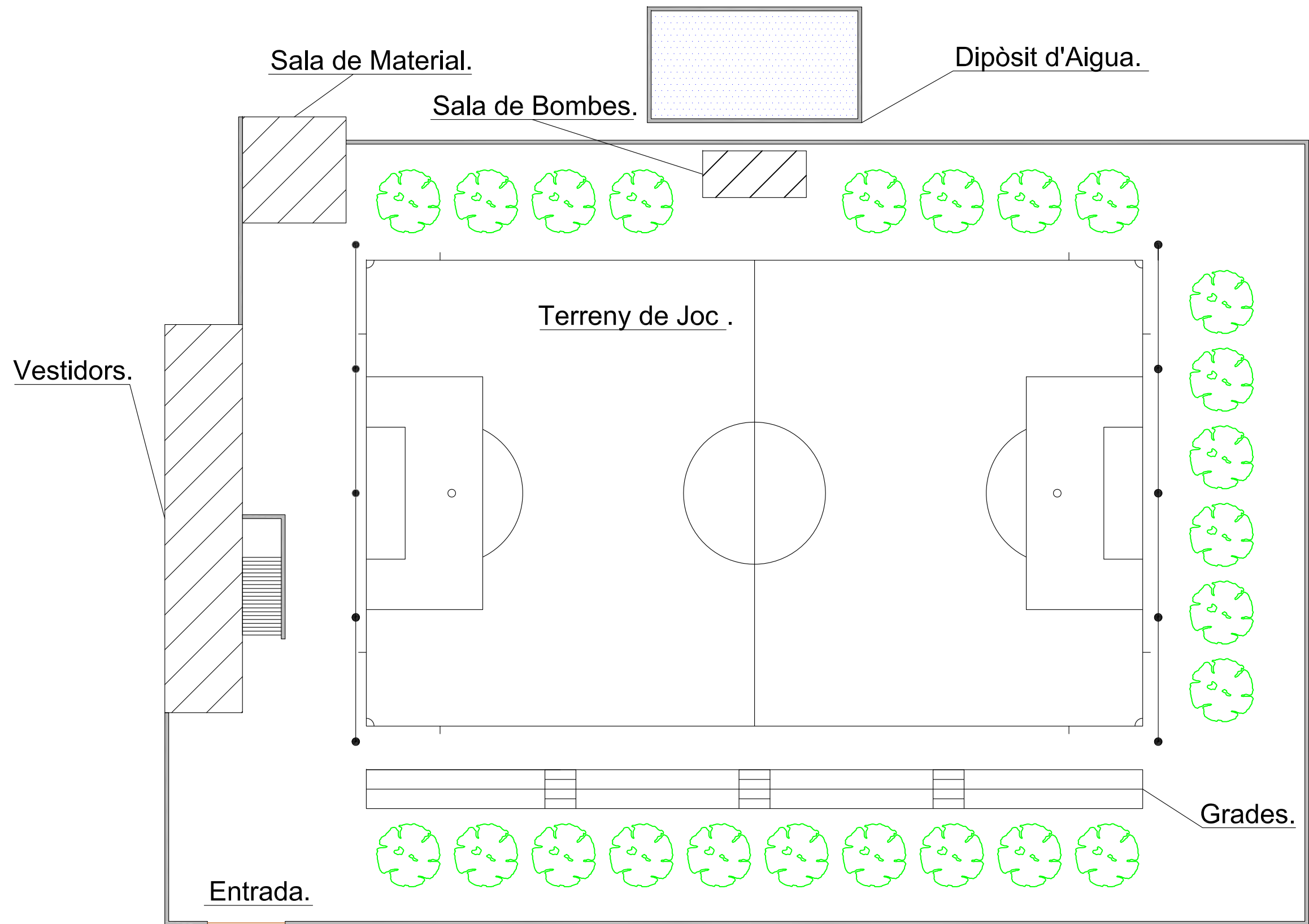
Disseny i optimització de la instal·lació d'un reg per aspersió d'un camp de futbol situat al municipi de Puigverd de Lleida.

Autor: Sergi Simón Puigpinós	Director TFG: Josep Illa Alibes	Data: Juliol - 2015
---------------------------------	------------------------------------	------------------------

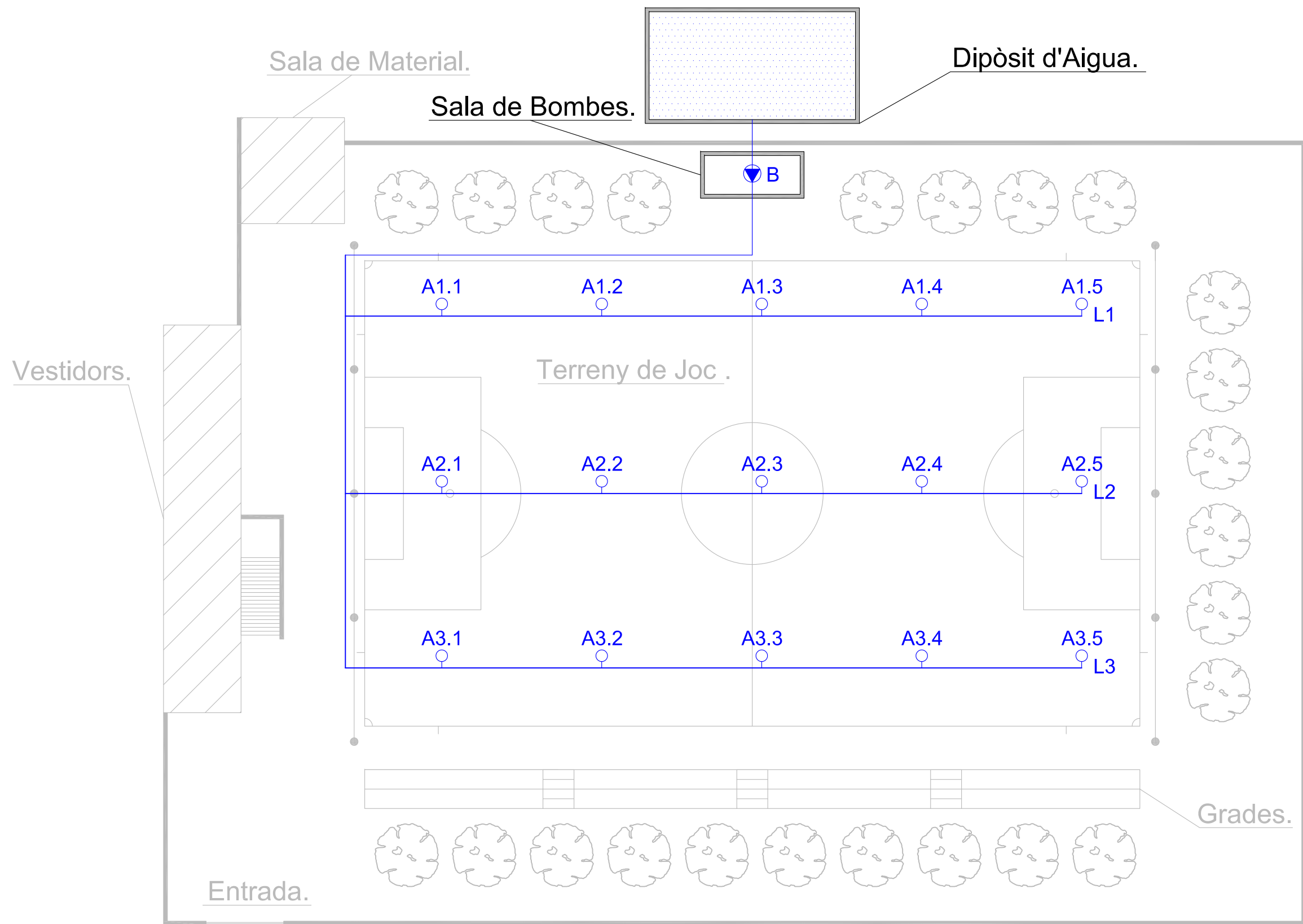
ESCALA: 1/5000	Situació i emplaçament.
-------------------	-------------------------

Escola Politècnica Superior
Universitat de Lleida

Plànol nº: 1 de 9



Disseny i optimització de la instal·lació d'un reg per aspersió d'un camp de futbol situat al municipi de Puigverd de Lleida.			
Autor: Sergi Simón Puigpinós	Director TFG: Josep Illa Alibes	Data: Juliol - 2015	
ESCALA: 1/550	Ubicació de les diferents instal·lacions del complex esportiu.		
			Escola Politècnica Superior Universitat de Lleida
			Plànol nº: 2 de 9



Disseny i optimització de la instal·lació d'un reg per aspersió d'un camp de futbol situat al municipi de Puigverd de Lleida.

Autor:
Sergi Simón Puigpinós

Director TFG:
Josep Illa Alibes

Data:
Juliol - 2015

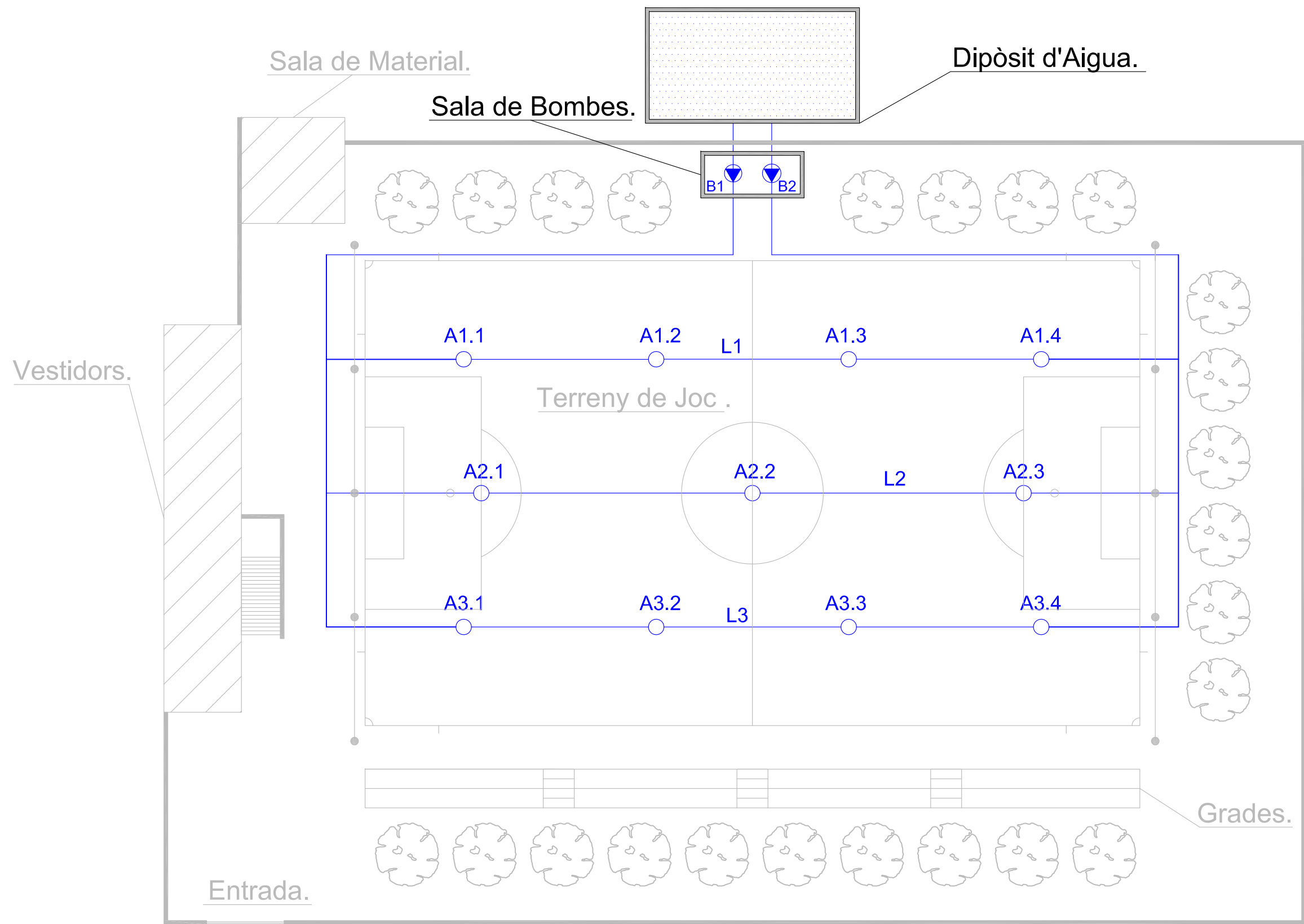
ESCALA:
1/550


Instal·lació de reg per aspersió: estat actual.

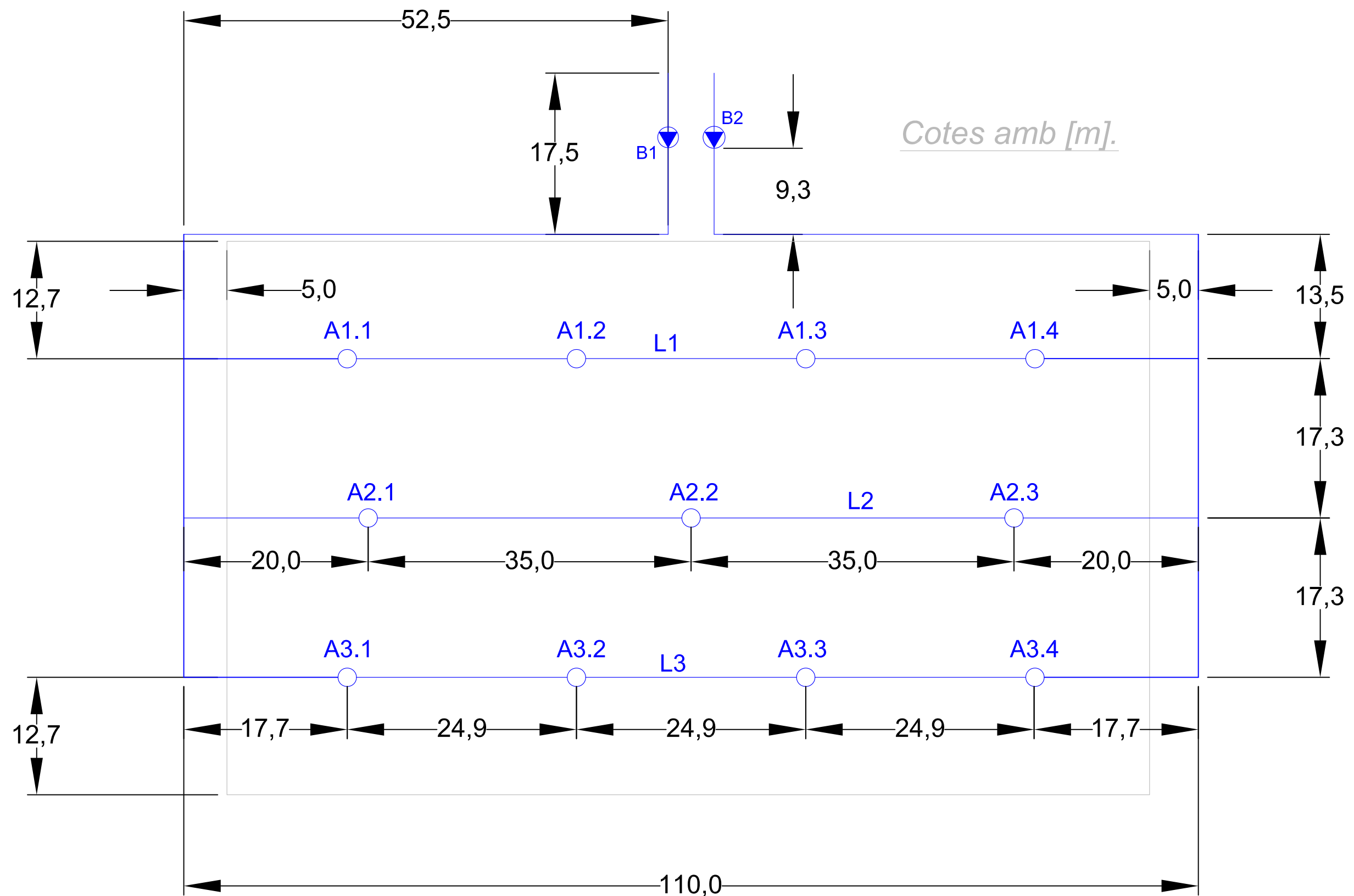


Escola Politècnica Superior
Universitat de Lleida

Plànol nº: 3 de 9



Disseny i optimització de la instal·lació d'un reg per aspersió d'un camp de futbol situat al municipi de Puigverd de Lleida.			 Escola Politècnica Superior Universitat de Lleida
Autor: Sergi Simón Puigpinós	Director TFG: Josep Illa Alibes	Data: Juliol - 2015	
ESCALA: 1/550	Proposta A: Instal·lació hidràulica completa.		
			Plànol nº: 4 de 9



Característiques principals.

Radi que cobreix l'aspersor.	[R1] = 18 [m].
Numero d'aspersors.	[n1] = 11 [aspersors].
Longitud total de canonades.	[L1] = 566,2 [m].

Disseny i optimització de la instal·lació d'un reg per aspersió d'un camp de futbol situat al municipi de Puigverd de Lleida.

Autor:
Sergi Simón Puigpinós

Director TFG:
Josep Illa Alibes

Data:
Juliol - 2015

ESCALA:
1/450

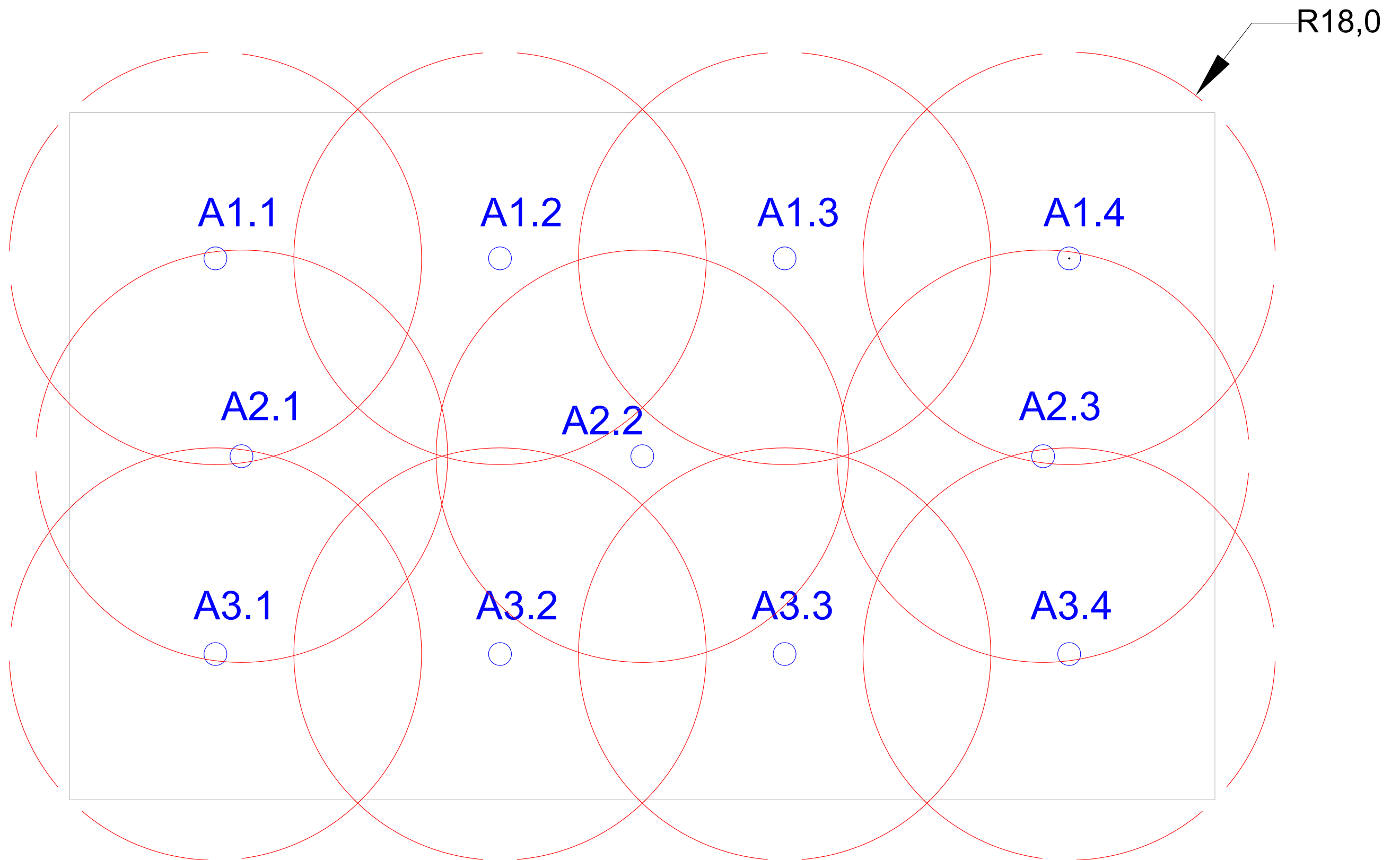
Proposta A: Distribució dels aspersors.



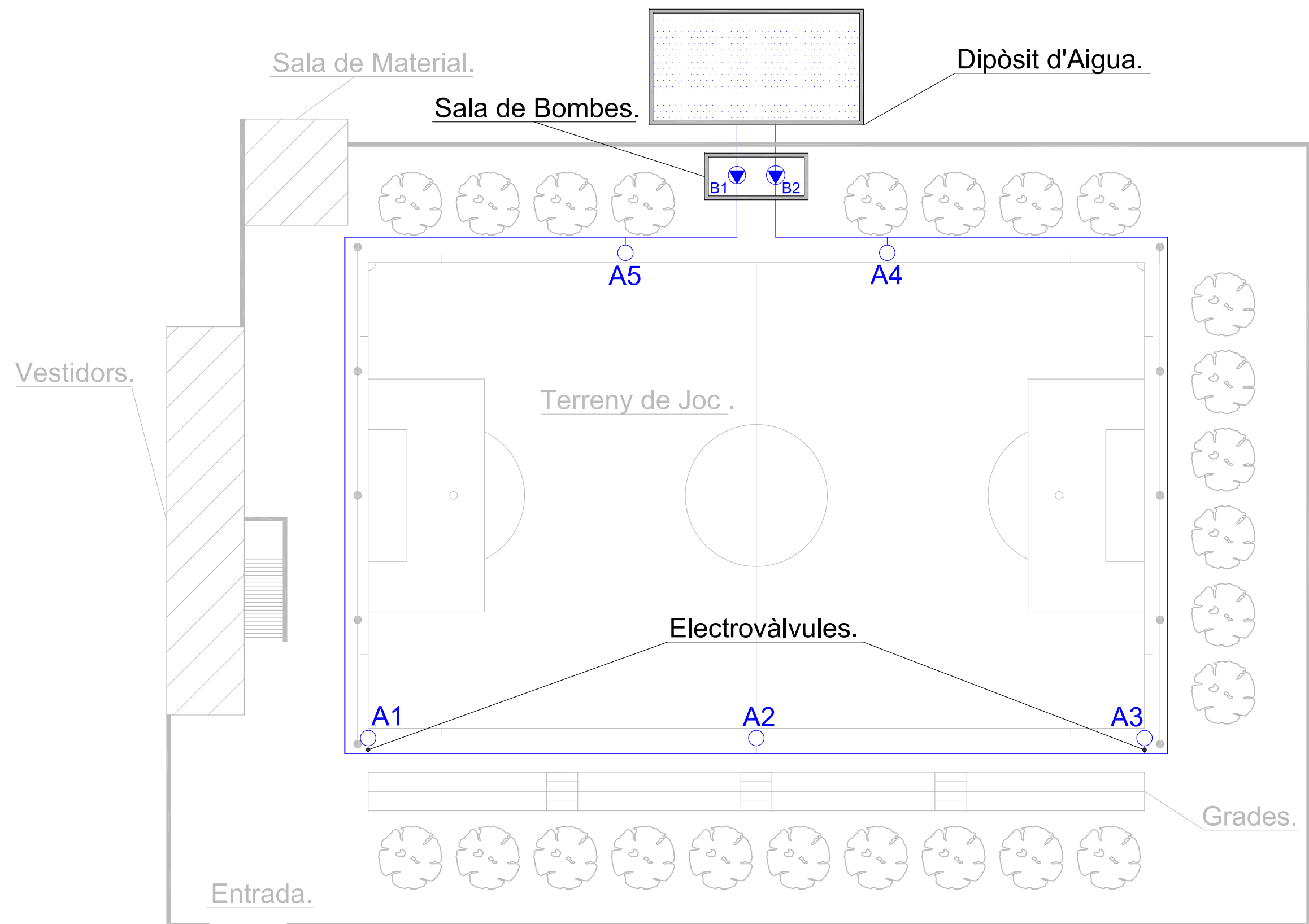
Escola Politècnica Superior

Universitat de Lleida

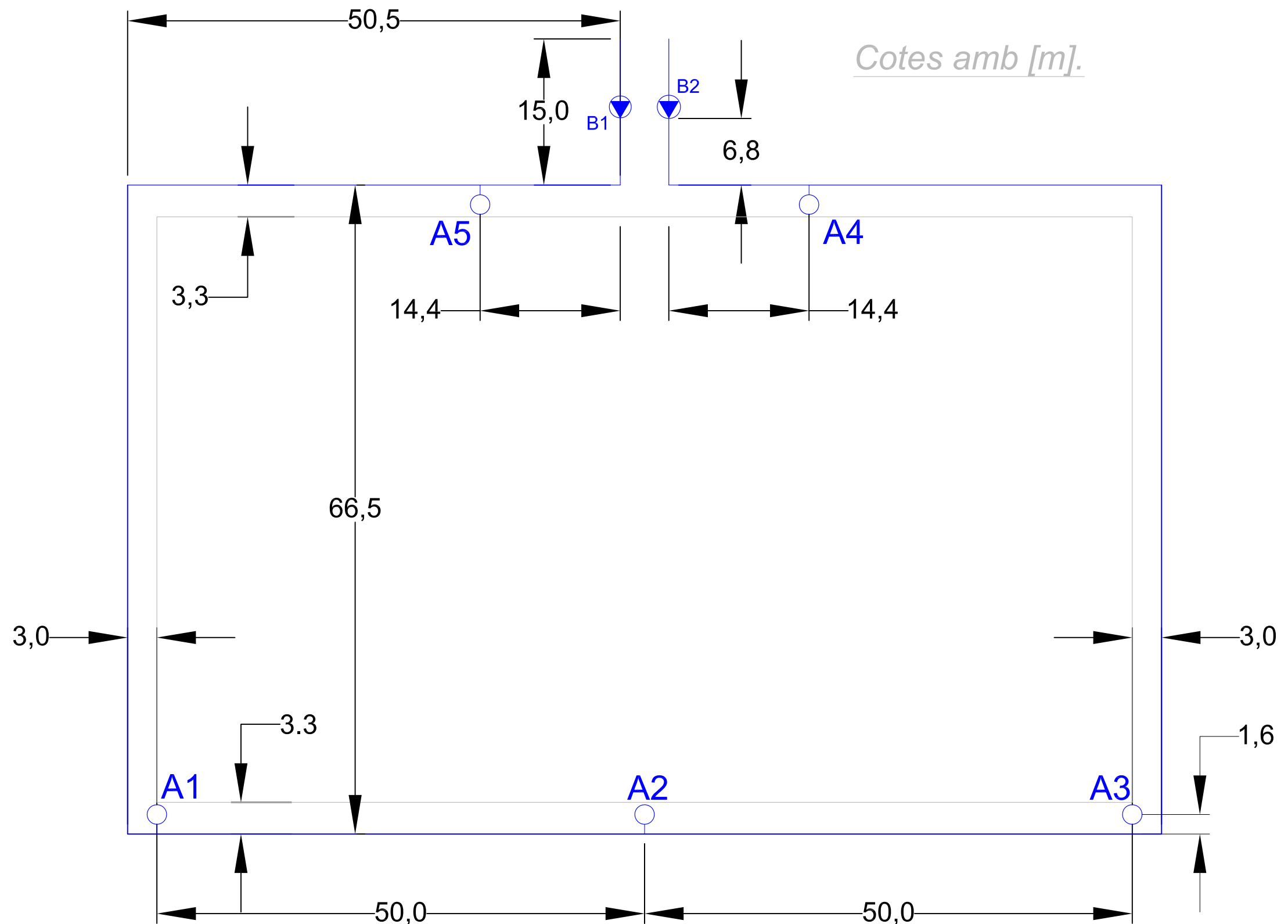
Plànol nº: 5 de 9



Disseny i optimització de la instal·lació d'un reg per aspersió d'un camp de futbol situat al municipi de Puigverd de Lleida.			
Autor: Sergi Simón Puigpinós	Director TFG: Josep Illa Alibes	Data: Juliol - 2015	
ESCALA: 1/350	Proposta A: Superfície de reg dels aspersors.		
			Plànol nº: 6 de 9



Disseny i optimització de la instal·lació d'un reg per aspersió d'un camp de futbol situat al municipi de Puigverd de Lleida.		
Autor: Sergi Simón Puigpinós	Director TFG: Josep Illa Alibes	Data: Juliol - 2015
ESCALA: 1/550	Proposta B: Instal·lació hidràulica completa.	



Característiques principals.

Radi que cobreix l'aspersor.	[R2] = 40 [m].
Numero d'aspersors.	[n2] = 5 [aspersors].
Longitud total de canonades.	[L2] = 370 [m].

Disseny i optimització de la instal·lació d'un reg per aspersió d'un camp de futbol situat al municipi de Puigverd de Lleida.

Autor:
Sergi Simón Puigpinós

Director TFG:
Josep Illa Alibes

Data:
Juliol - 2015

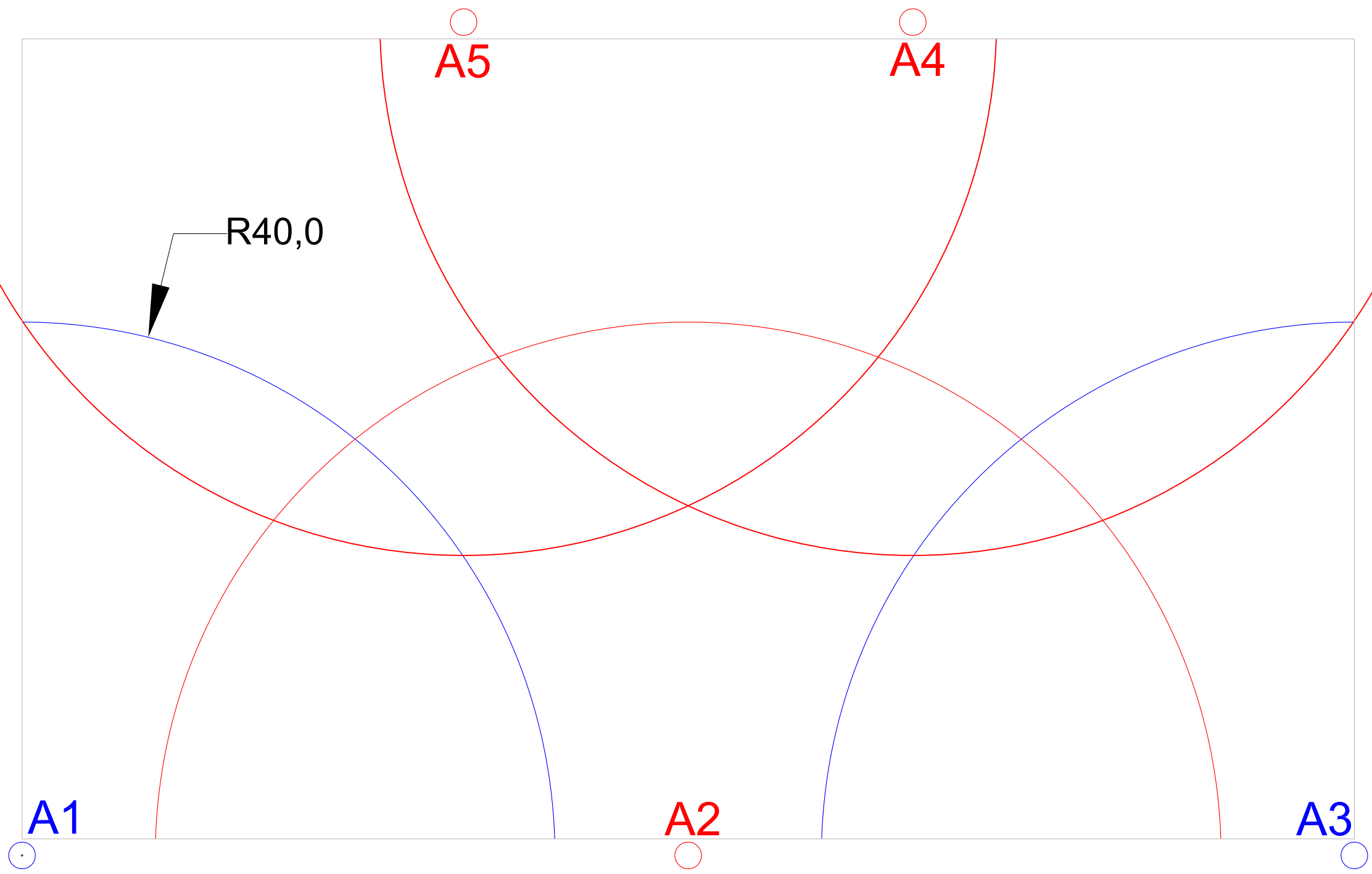
ESCALA:
1/450

Proposta B: Distribució dels aspersors.



Escola Politècnica Superior
Universitat de Lleida

Plànol nº: 8 de 9



Disseny i optimització de la instal·lació d'un reg per aspersió d'un camp de futbol situat al municipi de Puigverd de Lleida.			
Autor: Sergi Simón Puigpinós	Director TFG: Josep Illa Alibes	Data: Juliol - 2015	
ESCALA: 1/350	Proposta B: Superfície de reg dels aspersors.		
			Plànol n°: 9 de 9

4. PLEC DE CONDICIONS

4.1 Definició i abast

Aquestes condicions seran d'aplicació en el supòsit de que no estiguin establertes en el la memòria o en els diferents documents que formen el projecte. Així mateix, en cas de que estiguin contemplades en aquests documents, tindrà preferència sobre els mateixos.

Documents que defineixen les obres

Aquestes Condicions Facultatives, conjuntament amb els altres documents, formen el projecte al qual es subjecta l'execució de les obres i la seva posterior legalització.

El Plec de condicions estableix la definició de les obres amb referència a les característiques que han de tenir els materials, els assaigs que s'han d'efectuar, les normes d'elaboració de les diferents unitats d'obra, les instal·lacions que s'exigeixen i les precaucions que s'han adoptar en el decurs de l'obra.

Compatibilitat i Relació entre els documents

Les partides o unitats d'obra són definides complementàriament i conjuntament per els plànols, la memòria descriptiva i el pressupost.

En el cas d'incompatibilitat o contradicció entre allò que s'expressa en els plànols i el que diu el Plec, té preferència l'escrit en aquest document.

Una partida o unitat d'obra que figuri en el pressupost amb preu assignat s'ha d'executar per aquest preu i segons les característiques especificades als plànols, la memòria descriptiva, al seu enunciat i al Plec de condicions.

4.2 Obligacions i drets del contractista

Personal

El contractista ha de tenir a l'obra el nombre d'operaris proporcionat a la classe i extensió dels treballs que estigui executant.

Per a l'execució d'unitats d'obra que a criteri de la Direcció Facultativa exigeixen especials coneixements o habilitats, estarà obligat a elegir entre tres industrials que aqueixa Direcció proposi, que estiguin disposats a executar aquestes obres per un import no superior al que resulta de deduir del pressupost el percentatge corresponent a les despeses indirectes.

El contractista està obligat a retirar de l'obra els operaris que a criteri de la Direcció Facultativa no estiguin capacitats per portar a terme la feina que tenen assignada, que hagin demostrat negligència o desobeït reiteradament les ordres donades.

Permanència a l'Obra

El contractista ha d'estar a l'obra en el decurs de la jornada de treball. Tanmateix pot estar representat per un encarregat apte, autoritzat per escrit, per a rebre instruccions verbals i firmar rebuts, plànols o les comunicacions que se li adrecin.

Precaucions

Les precaucions a adoptar en el decurs de la construcció, són les previstes en l'Ordenança General de Seguretat i Higiene en el Treball i les especificades per la Construcció, així les que es continguin en qualsevol altra normativa aplicable de rang superior o les que deroguin a les disposicions abans esmentades.

Responsabilitat

El contractista és l'únic responsable de l'obra executada i l'únic interlocutor vàlid per a la Direcció Facultativa i l'Administració contractant.

No tindrà dret a indemnització si les unitats d'obra previstes en el projecte tenen un cost real superior al que figura en el pressupost un cop deduïda la baixa.

Ha de complir la legislació vigent que afecti a l'obra, Reglaments i Ordenances Municipals en general i en particular les que facin referència a la instal·lació de grues, tanca de l'obra, vigilància de l'obra, abocadors de runes i ocupació de la via pública.

Serà responsabilitat del contractista la investigació per a la localització de tots els serveis (aigua, gas, telèfon, llum, etc...), que restin afectades per les obres. Tots els danys que es produeixin a les vies subministradores hauran d'estar cobertes pel contractista.

Desperfectes a les propietats limítrofes

Si el contractista causés algun defecte en les propietats limítrofes, haurà de restaurar-les pel seu compte i deixar-les en l'estat que es trobaven al començament de l'obra. El contractista adoptarà quantes mesures trobi necessàries per tal d'evitar la caiguda d'operaris, el despreniment de ferraments i materials que puguin causar accidents als vianants.

Assegurança

Resta obligat el contractista a assegurar les obres de construcció civil a tot risc, per l'import total de la xifra d'adjudicació, en companyies de reconeguda solvència inscrites en el Registre corresponent. La pòlissa s'ha d'estendre amb la condició especials segons la qual, l'import íntegre de la indemnització s'ingressi al compte corrent que indiqui la Propietat o Raó Social que la representi, per anar pagant les obres que es construeixin en reposició o reparació de les perjudicades i a mesura que es vagin realitzant d'acord amb les certificacions corresponents.

El termini de l'assegurança ha de ser per la total duració de les obres.

Obra executada

El contractista té l'obligació d'executar acuradament totes les obres, complir exactament totes les condicions estipulades i les ordres que el Director de l'Obra li doni verbalment o per escrit. Les obres han de lliurar-se completament acabades.

Si a criteri de Director de l'Obra hi hagués alguna part mal executada, el contractista haurà d'enderrocar-la i tornar-la a executar tantes vegades com calgui, fins que resulti a satisfacció de la Direcció Facultativa. Aquests augments de treball no li donaran dret a cap tipus d'indemnització, malgrat s'hagin efectuat després de la recepció provisional.

Ordres per escrit

El contractista pot exigir que les ordres que rebi de la Direcció Facultativa siguin escrites en el Llibre d'Ordres Assistències i Incidències que obligatòriament ha de figurar a l'obra, amb expressió si s'escau de la partida del pressupost per la que seran abonades les prestacions que comporti.

El contractista ha de signar les ordres com "assabentat", però hi pot fer les al·legacions que consideri oportunes.

Marxa dels treballs

En cap cas pot el contractista suspendre els treballs ni reduir-los a menor escala de la que proporcionalment correspongui d'acord amb el programa de l'obra i amb el termini d'execució.

4.3 Facultats de la direcció tècnica

Interpretació dels documents

L'adjudicatari ha de consultar tots els dubtes que consideri oportuns per una correcta interpretació de la qualitat constructiva i de les característiques del projecte, amb la Direcció Facultativa.

Acceptació dels materials

Els materials han de ser reconeguts abans de la seva col·locació en l'obra per la Direcció Facultativa i sense la seva aprovació no poden emprar-se. A tal efecte l'adjudicatària ha de proporcionar un mínim de dues mostres pel seu examen. La Direcció Facultativa té el dret de rebutjar els materials que no reuneixin les condicions de projecte. Els materials rebutjats seran retirats de l'obra en el termini més breu. Les mostres acceptades seran guardades juntament amb els certificats de les proves o anàlisis per poder comparar-los o contrastar-los posteriorment.


Referències o marques i models

Els productes o materials a emprar en l'obra, es determinen per llurs qualitats i característiques.

Tanmateix, si en els documents contractuals figura la marca, model o procedència concreta d'algun producte o material per a designar-lo, s'entén que la referència defineix les qualitats i característiques del producte. En aquest cas, el contractista substituir-lo per un de marca o model diferents que tingui qualitats iguals o superiors, prèvia acceptació de la Direcció Facultativa.

Control de l'Obra

La Direcció Facultativa pot ordenar, quan ho consideri escaient, proves, anàlisis i extracció de mostres per a comprovar que tant els materials com les unitats d'obra estan en perfectes condicions i compleixen el Plec de Prescripcions Tècniques. Les despeses que això ocasioni, són a càrrec del contractista.

<p>Escola Politècnica Superior – Universitat de Lleida</p> 	<p><u>Disseny i optimització de la instal·lació d'un reg per aspersió d'un camp de futbol situat al municipi de Puigverd de Lleida.</u></p>	
	<p><u>Autor:</u> Sergi Simón Puigpinós</p>	<p>Página 83 de 94</p>

Naturalesa de les Modificacions del Projecte

Correspon al Director determinar la naturalesa de les unitats d'obra de les modificacions, conforme a la classificació de l'apartat 4.5 d'aquest Plec.

En cas de desacord la contracta haurà d'actuar conforme està previst a la Llei de Contractes de les Administracions Públiques, però en cap cas podrà considerar-se exonerat d'executar les partides objecte del desacord, paralitzar-les o alentir la seva execució.

4.4 Condicions econòmiques de la direcció facultativa

Pressupost i liquidació

El pressupost conjunt d'unitats d'obra que formen un projecte es realitza aplicant a cada unitat d'obra la unitat de mesura que li sigui apropiada d'acord amb les unitats adoptades en el pressupost i la liquidació és la que resulti d'aplicar els preus unitaris del projecte al resultat d'aquests amidaments i després de deduir-ne el percentatge de la baixa en el seu cas.

El contractista pot efectuar en el termini de quinze dies, comptats a partir de la recepció de la certificació, la seva conformitat i/o les seves objeccions.

Excés d'obra

El contractista únicament té dret a percebre l'import de l'obra executada. Les diferències entre aquesta i la pressupostada no donen dret a cap tipus d'indemnització.

Tampoc s'abonarà l'obra en excés, en relació a la diferencia en el projecte, si a criteri de la direcció Facultativa ha estat innecessàriament executada, i sense haver-ho ordenat.

Preus unitaris

Tots els treballs, mitjans auxiliars i materials necessaris per a la correcta execució i acabat de qualsevol unitat d'obra, es consideren inclosos en el seu preu, malgrat no figurin tots ells especificats en la descomposició o descripció dels preus.

La quantitat errònia o manca d'elements necessaris per a la correcta execució d'una quantitat d'obra en la descomposició del seu preu no dóna dret a cap tipus de compensació econòmica. Es a dir, el contractista ha d'executar la partida definida complementària i conjuntament a la documentació gràfica adjunta, al Plec de Prescripcions Tècniques i a l'enunciat o descripció del pressupost, per l'import assignat en aquest darrer document.

Caràcter provisional de les certificacions

Les certificacions únicament tenen caràcter provisional fins a la liquidació definitiva i no suposen l'aprovació de les obres que s'hi inclouen ni l'acceptació dels mesuraments com a definitius.

Modificacions del projecte

Les modificacions de projecte que s'introdueixin en el decurs de l'obra segons la legislació d'ampliació, es classifiquen en dos tipus:

a) Variacions de detall d'obligat acceptació pel contractista que les ha d'executar pel preu fixat al pressupost sense que tingui dret a reclamar cap indemnització.

b) Obres o prestacions no compreses a la contracta o aquelles característiques que defereixen substancialment de les incloses en el projecte. En aquest cas els preus s'estableixen contradictòriament.

4.4.1 Variacions de detall d'obligada acceptació

Tenen aqueixa naturalesa les següents modificacions.

1. Augment, reducció i supressió de les unitats d'obra compreses en el projecte amb l'única limitació que, en conjunt, el seu import no sobrepassi per excés o per defecte el 20% de l'import del pressupost.

Les unitats d'obra compreses em el projecte que com a conseqüència de modificacions s'augmentin, s'abonen al preu marcat en el pressupost sense tenir en compte increments o disminució del mateix per la seva situació dins de l'obra, especial dificultat d'execució o diferències en la utilització de mitjans auxiliars.

2. Augment de les unitats d'obra no compreses en el projecte però que les característiques de les quals no difereixin substancialment de les compreses en aquest.

A efectes de determinar el preu d'abonament, les modificacions del projecte es desglossaran, sempre que la Direcció Facultativa ho consideri possible, en unitats compreses en el projecte o que no difereixin substancialment de les mateixes.

Modificacions de projecte que s'abonaran establint preus contradictoris.

S'abonen mitjançant preus contradictoris les modificacions que introdueixin unitats d'obra que compleixin les dies condicions següents:

- a) que no estiguin compreses a la contracta.
- b) Que les seves característiques difereixin substancialment de les del contracte.

Amb aquesta finalitat cal redactar la corresponent Acta de Preus Contradictoris que ha de ser signada com a prova de conformitat per l'adjudicatari i la Direcció Facultativa de l'Obra i aprovada per la Propietat contractant.

4.4.2 Els preus contradictoris s'incorporen a tots els efectes al contracte, un cop aprovada l'acta per la Propietat.

La proposta sobre els nous preus s'ha de basar, si es poden aplicar, en els preus elementals fixats en la descomposició de preus unitaris integrats en el contracte i en qualsevol cas als costos que correspongueren a la data en que va tenir lloc la licitació.

Per a fixar preus elementals i rendiments no inclosos en el projecte s'ha d'emprar els publicats per l'Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya a l'any de la data de licitació.

Si els preus elementals no figuressin a l'esmentada publicació s'utilitzaran les llistes dels fabricants de data més propera a la de licitació.

Els rendiments aplicats mai no poden ser inferiors als de les unitats d'obra compreses en el projecte comparativament de major complexitat.

4.5 Acta de comprovació del replanteig

El contractista ha de facilitar tots els mitjans necessaris per l'execució de l'Acta de Comprovació del Replanteig, les operacions materials del qual s'han d'efectuar sota la Direcció Facultativa de l'obra. Prèviament el contractista haurà netejat el terreny si és necessari, deixant-lo lliure d'obstacles que puguin dificultar o impedir l'operació.

4.6 Recepció d'obra i terminis

Recepció

Un cop acabades les obres es procedeix a la seva recepció dins del mes següent a la seva finalització. A l'acte de recepció hi ha de concórrer el Tècnic designat per la Propietat contractant, la Direcció de l'obra i el Contractista i s'aixecarà l'acta corresponent.

En el cas que les obres no es trobin en estat de ser rebudes, s'actuarà d'acord amb allò que disposa la Llei de Contractes de les Administracions Públiques.

En realitzar-se la recepció de les obres, el contractista ha de presentar les corresponents autoritzacions per a l'ús i posada en servei de les instal·lacions que així ho requereixin. No s'efectuarà la recepció si no es compleix aquest requisit.

El termini de garantia comença a comptar-se a partir de la data de Recepció de l'obra.

5. PRESSUPOST

5.1 **Pressupost bàsic proposta A**

Concepte	Unitats [u]	Preu Unitari [€/u]	Preu Total [€]
----------	-------------	-----------------------	-------------------

Partida 1: Material hidràulic

Aspersor de turbina SERIE 8005 de diàmetre 75 [mm] – Altura 10 [cm] – Gir 360 [°] – Acer Inoxidable. RAIN BIRD.	11	94,85	1.043,35
Canonades 75 [mm]. Pack de 100 [m] de longitud amb pressió màxima de 10 [Bar]	6	52,99	317,94
Altres components instal·lació. Colzes a 90 [°], colzes a 45 [°], unions roscades, unions en forma de “Te”, abraçadores per a tubs, entre d’altres	1	200,00	200,00

COST MATERIAL HIDRÀULIC PROPOSTA A **1.561,29**

El Cost hidràulic de la proposta A ascendeix a **MIL CINC CENTS SEIXANTA UN EUROS AMB VINT – I – NOU CENTIMS.**

5.2 **Pressupost bàsic proposta B**

Concepte	Unitats [u]	Preu Unitari [€/u]	Preu Total [€]
----------	-------------	-----------------------	-------------------

Partida 1: Material hidràulic

Aspersor Cano SR300 de diàmetre 120[mm] – Cobreix un radi mig de 40 [m]. Acer Inoxidable. Completa instal·lació.	5	273,50	1.367,50
Canonades 120 [mm]. Pack de 100 [m] de longitud amb pressió màxima de 10 [Bar]	4	52,99	211,96
Altres components instal·lació. Colzes a 90 [°], colzes a 45 [°], unions roscades, unions en forma de “Te”, abraçadores per a tubs, entre d'altres	1	50,00	50,00

COST MATERIAL HIDRÀULIC PROPOSTA B

1.629,46

El Cost hidràulic de la proposta B ascendeix a **MIL SIS CENTS VINT –
I – NOU EUROS AMB QUARANTA SIS CÈNTIMS.**

5.3 Pressupost final proposta B

Concepte	Unitats [u]	Preu Unitari [€/u]	Preu Total [€]
<u>Partida 1: Obres Prèvies</u>			
Retirada de la instal·lació existent.	1	300	300,00
Adequació de les tomes de servei (aigua i llum)	1	100	100,00
<u>Partida 2: Obres</u>			
Moviment de terres necessàries per la col·locació de la nova instal·lació. Metres.	300	2,2	660,00
Adequació de la sala de bombes.	1	300	300,00
Connexió instal·lació als serveis generals de llum i aigua. Instal·lació dels comptadors	1	1.050	1.050,00
<u>Partida 3: Material Hidràulic</u>			
Aspersors de canó SR300 de diàmetre 120 [mm] Cobreix un radi mig de 40 [m]. Acer inoxidable.	5	273,50	1.367,50
Canonades de 120 [mm] de diàmetre. Pack de 10 [m] de longitud amb pressió màxima de 10 [Bar].	4	52,99	211,96
Conjunt d'elements necessaris com Colzes a 90 [°] – 45 [°], unions roscades, unions en forma de "Te", abraçadores per a tubs.	1	50,00	50,00
Bomba –SACI PUMPS – MIN 60 160 A.	1	275,18	275,18
Bomba –SACI PUMPS – MIN 80 160 C.	1	225,74	225,74
Electrovàlvules – TORO P150 2 (Amb cablejat elèctric pel seu funcionament).	2	166,06	332,12

Partida 4: Posada en marxa

Posada en marxa de la instal·lació	1	350,00	350.00
------------------------------------	---	--------	---------------

COST TOTAL PROPOSTA B **5.222,50**

Partida 5: Manteniment anual

Cost Elèctric anual	1	331,60	331,60
Cost Manteniment Instal·lació anual	1	600,00	600,00
Cost Manteniment de la gespa anual	1	2.000,00	2.000,00
COST TOTAL ANUAL PARTIDA 4	-	-	2.692,14

COST TOTAL ANUAL MANTENIMENT - - **2.931,60**

El cost total de la instal·lació de la proposta B és de **CINC MIL DOS CENTS VINT – I – DOS EUROS AMB CINQUANTA CÈNTIMS.**

El cost del manteniment anual de la proposta B és de **DOS MIL NOU CENTS TRENTA UN EUROS AMB SEIXANTA CÈNTIMS.**